



Escola de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Química

## Desenvolvimento e implementação de uma abordagem CTSA do conceito de acidez no ensino da Física e Química

FLORBELA ISABEL PEREIRA MARTINS



Dissertação apresentada à Universidade de Évora para obtenção  
do grau de Mestre em Química em Contexto Escolar

Orientação da Professora Doutora Margarida Figueiredo

Esta dissertação não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri

Évora 2009



Escola de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Química

**Desenvolvimento e implementação de uma abordagem CTSA  
do conceito de acidez no ensino da Física e Química**

FLORBELA ISABEL PEREIRA MARTINS



170 175-

**Dissertação apresentada à Universidade de Évora para obtenção  
do grau de Mestre em Química em Contexto Escolar**

**ORIENTAÇÃO DA PROFESSORA DOUTORA MARGARIDA DO ROSÁRIO  
DOMINGOS TERRAÇO FIGUEIREDO**

Esta dissertação não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri

**Évora**

**2009**



# AGRADECIMENTOS

Para a concretização deste trabalho, que embora corresponda à realização de um projecto pessoal, contribuíram várias pessoas, a quem quero manifestar os meus sinceros agradecimentos pela ajuda e incentivos.

À Professora Doutora Margarida do Rosário Domingos Terraço Figueiredo, pelas inúmeras sugestões, ideias, contributos, orientação e acompanhamento ao longo de todo o processo de realização deste estudo e pela supervisão deste documento.

Ao Professor Doutor José António Candeias, pelo apoio manifestado e disponibilidade com que me ajudou a ultrapassar algumas dificuldades.

Aos meus colegas de Física e Química e em especial ao Jorge Ferreira, colega de Biologia e Geologia, pelas inúmeras ideias e sugestões, pela sua colaboração ao nível da elaboração do guião interdisciplinar e participação na saída de campo.

Aos alunos do 11º Ano do Curso de Ciências e Tecnologias do ano lectivo de 2008/2009.

À minha família que de todas as formas me ajudou na realização deste meu projecto com o seu amor e compreensão.

Aos meus amigos, por todo o apoio, ânimo e incentivo que sempre me deram.



*Ao meu marido e filha  
por tudo o que significam para mim.*

*Aos meus pais e irmã.*

## **RESUMO**

A emergência de questões tecnológicas, sociais e ambientais transformam o ensino das ciências num enorme desafio. A escassez e a contaminação da água, resultante de actividades antropogénicas, perspectiva-se hoje como um problema de futuro. Este tema, parte integrante do programa de Química do 11º Ano, inspirou uma intervenção didáctica baseada numa metodologia de resolução problemas que se pode enquadrar numa abordagem do tipo CTSA.

A intervenção proposta, a partir de uma saída de campo que se concretizou na Mina de S. Domingos, teve por objectivos melhorar as aprendizagens realizadas pelos alunos e promover a mudança de atitudes face ao Ambiente e ao consumo de água em particular.

Os dados recolhidos, analisados segundo métodos qualitativos e quantitativos, revelaram melhores conhecimentos e atitudes mais favoráveis relativamente à Ciência e à disciplina de Física e Química, e face ao Ambiente e ao consumo de água, reforçando a importância deste tipo de abordagens.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Abordagem CTSA, Actividades Práticas, Ácido-base, Água, Ambiente, Ensino, Química.

# **Development and implementation of a STSE approach to the concept of acidity in the teaching of Physics and Chemistry**

## **ABSTRACT**

The emergent technology, social and environmental issues are making the science teaching a huge challenge. The shortage and the contamination of water, as result of anthropogenic activities, are faced today like a future problem. This theme is part of the Chemistry subject curriculum of the eleventh grade level and it inspired a didactic intervention based upon a problem solving methodology that can be framed in a STSE approach.

The goals of the proposed intervention, taking Mina de S. Domingos for a field trip, meant to improve the students' learnings and to promote a change of attitudes in relation to the environment and to the water consumption, in particular.

The collected data, analyzed according to qualitative and quantitative methods, showed better knowledge and more favorable attitudes towards Science and Physics and Chemistry, as well as regarding the environment and water consumption, enhancing the importance of this kind of approach.

## **KEYWORDS**

STSE Approach, Practice Activities, Acid-base, Water, Environment, Teaching, Chemistry.

# **GLOSSÁRIO**

**AL** – Actividade prático – laboratorial

**CA** – Concepções alternativas

**CTS** – Ciência, Tecnologia e Sociedade

**CTSA** – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

**DES** – Departamento de Ensino Secundário

**DL** – Decreto Lei

**DAM** – Drenagem Ácida de Minas

**EA** – Educação Ambiental

**EMC** – Ensino por Mudança Conceptual

**EPD** – Ensino por Descoberta

**EPP** – Ensino por Pesquisa

**EPS** – Educação para a Sustentabilidade

**EPT** – Ensino por Transmissão

**FPI** – Faixa Piritosa Ibérica

**MSD** – Mina de São Domingos

**PNUA** – Programa das Nações Unidas para o Ambiente

**PT** – Pontuação Total

**Q1** – Questionário 1

**Q2** – Questionário 2

**STSE** – Science, Technology, Society and Environment

**TC** – Trabalho de campo

**TE** – Trabalho experimental

**TIC** – Tecnologias de Informação e Comunicação

**TL** – Trabalho laboratorial

**TP** – Trabalho prático

# ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Palavras-chave	v
Abstract	vi
Keywords	vi
Glossário	vii
Índice de Quadros	xiv
Índice de Figuras	xviii

## **Capítulo 1 – INTRODUÇÃO** 1

1.1 – Da problemática à escolha do tema 3

1.2 – Objectivos e características do estudo 6

1.3 – Estrutura da dissertação 8

## **Capítulo 2 – EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA** 11

2.1 – Perspectivas pedagógicas 13

2.2 – Literacia Científica 22

2.3 – Diversificação de orientações no âmbito da Didáctica das ciências 30



2.3.1 – Interdisciplinaridade	31
2.3.2 – Abordagem CTSA	32
2.3.3 – Educação para a sustentabilidade	40
2.3.4 – Tecnologias de Informação e Comunicação	42
2.3.5 – As actividades práticas	45
2.3.5.1 – Trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental	48
2.3.5.2 – Actividades práticas laboratoriais	52
2.3.5.3 – Trabalho experimental de investigação	56
2.3.5.4 – As Visitas de Estudo no contexto das actividades práticas	59
2.3.5.5 – Avaliação das actividades práticas	62
2.4 – O Ensino da Física e Química no Ensino Básico e Secundário	66
2.4.1 – Orientações normativas	69
2.4.2 – Ensino do tema da acidez	78
<b>Capítulo 3 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	<b>81</b>
3.1 – Conceito e abordagens	83
3.2 – Poluição da água	87
3.3 – Impacte ambiental da exploração mineira	91
3.4 – O processamento do minério e seus impactos	96

<b>Capítulo 4 – METODOLOGIA</b>	101
4.1 – Fundamentos metodológicos	104
4.2 – O plano geral da investigação	109
4.3 – O contexto da investigação	112
4.3.1 – Caracterização da escola	112
4.3.2 – Caracterização da disciplina	115
4.3.3 – Caracterização da amostra (turma alvo da intervenção)	119
4.4 – A recolha da informação	129
4.4.1 – A estratégia seguida	129
4.4.2 – Os instrumentos utilizados	131
4.4.2.1 – Ficha Biográfica	131
4.4.2.2 – Questionário de atitudes (Q1)	131
4.4.2.3 – Teste de conhecimentos (Q2)	136
4.5 – Os métodos de tratamento de dados	138
4.5.1 – Vertente quantitativa	138
4.4.2 – Vertente qualitativa	139
<b>Capítulo 5 – INTERVENÇÃO DIDÁCTICA</b>	141
5.1 – Objectivos e motivação inicial (razão da escolha do local)	146
5.2 – Preparação da Saída de Campo	151
5.3 – Elaboração do Guião da Saída de Campo	152
5.4 – Saída de Campo à Mina de São Domingos	158
5.5 – Apresentação das actividades experimentais desenvolvidas pelos alunos	159

5.5.1 – Determinação do pH do solo	160
5.5.2 – Preparação de sulfato de cobre hidratado	160
5.5.3 – Obtenção de cobre, a partir de pirite com água ácida e sucata de ferro	161
5.5.4 – Obtenção de uma curva de titulação da água ácida da mina	162
5.5.5 – Análise de amostras de rochas recolhidas	164
<b>Capítulo 6 – RESULTADOS: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO</b>	167
6.1 – Resultados quantitativos	170
6.1.1 – Situação antes da intervenção	170
6.1.1.1 – As atitudes	171
Consumo de água	171
Ambiente	174
Ciência	177
Física e química	180
6.1.1.2 – Os conhecimentos	185
6.1.2 – Situação após a intervenção	189
6.1.2.1 – As atitudes	190
Consumo de água	190
Ambiente	195
Ciência	199
Física e química	205
6.1.2.2 – Os conhecimentos	210

6.2 – Resultados qualitativos	224
6.3 – Avaliação final da intervenção didáctica	231
<b>Capítulo 7 – CONCLUSÃO</b>	235
7.1 – Considerações sobre a metodologia	237
7.2 - Análise crítica da intervenção	238
7.3 – Conclusões	240
7.4 – Perspectivas para futuras investigações	244
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	247
<b>ANEXOS</b>	263
Anexo I – Excerto do programa da disciplina de Física e Química A do 11º Ano de escolaridade	265
Anexo II – Guião da Saída de Campo	299
Anexo III – Ficha Biográfica	309
Anexo IV – Questionário de Atitudes (Q1)	313
Anexo V – Teste de Conhecimentos (Q2)	319
Anexo VI – Grelha de análise das respostas às questões abertas	323

# ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2. 1 -	Perspectivas pedagógicas	21
Quadro 2. 2 -	Comparação entre uma aula tradicional e uma que integre CTS	34
Quadro 2. 3 -	Tipologias de actividades laboratoriais	55
Quadro 2. 4 -	Técnicas e Instrumentos de Avaliação	65
Quadro 2. 5 -	Disciplinas da componente de formação específica do Curso de Ciências e Tecnologias (Curso científico-humanístico) directamente orientadas para o ensino de Física e de Química - DL nº74/2004	71
Quadro 2. 6 -	Disciplinas da componente de formação científica dos Cursos Tecnológicos de Construção Civil e Edificações, de Electrotecnia e Electrónica e de Informática, directamente orientadas para o ensino de Física e de Química - DL nº74/2004	72
Quadro 2. 7 -	Disciplinas da componente de formação específica do Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias directamente orientadas para o ensino de Física e de Química - DL nº272/2007	72
Quadro 2. 8 -	Sugestões metodológicas indicadas no programa de Física e Química A, 11º ano de escolaridade, unidade 2 de Química, no âmbito de actividades práticas de investigação	76
Quadro 2. 9 -	Concepções alternativas ao conceito de acidez	78
Quadro 3. 1 -	Diferentes abordagens da Educação Ambiental	86
Quadro 4. 1 -	Proveniência dos alunos	121
Quadro 4. 2 -	Escolaridade dos pais	122
Quadro 4. 3 -	Escolaridade das mães	123
Quadro 4. 4 -	Profissão do pai	124
Quadro 4. 5 -	Profissão da mãe	124

Quadro 4. 6 -	Alunos com repetências e disciplinas em atraso	125
Quadro 4. 7 -	Interesses demonstrados pelos alunos	127
Quadro 4. 8 -	Participação dos alunos em actividades escolares	128
Quadro 4. 9 -	Escala utilizada para itens positivos	133
Quadro 4. 10 -	Escala utilizada para itens negativos	133
Quadro 4. 11 -	Relação entre os objectivos dos programas e os itens do Questionário Q2	136
Quadro 5. 1 -	Distribuição dos itens por tipo de competências	157
Quadro 5. 2 -	Distribuição dos itens por dimensão	157
Quadro 5. 3 -	Distribuição dos itens por disciplina	157
Quadro 6. 1 -	Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao consumo de água, antes da intervenção	172
Quadro 6. 2 -	Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao ambiente, antes da intervenção	175
Quadro 6. 3 -	Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Ciência, antes da intervenção	178
Quadro 6. 4 -	Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Física e Química, antes da intervenção	181
Quadro 6. 5 -	Percentagem das Pontuações Totais obtidas pelos três grupos de alunos em cada uma das variáveis, antes da intervenção	184
Quadro 6. 6 -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas do 11º Ano, no teste de conhecimentos, antes da intervenção	186
Quadro 6. 7 -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas relativamente ao consumo de água, antes e após a intervenção	191
Quadro 6. 8 -	Atitude dos alunos do 11º A relativamente ao consumo de água – Teste t-student	193
Quadro 6. 9	Atitude dos alunos do 11º B relativamente ao consumo de água – Teste t-student	194



Quadro 6. 10 -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas relativamente ao ambiente, antes e após a intervenção	196
Quadro 6. 11 -	Atitude dos alunos do 11º A relativamente ao ambiente – Teste t-student	197
Quadro 6. 12 -	Atitude dos alunos do 11º B relativamente ao ambiente – Teste t-student	198
Quadro 6. 13 -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas relativamente à Ciência, antes e após a intervenção	201
Quadro 6. 14 -	Atitude os alunos do 11º A relativamente à Ciência – Teste t-student	203
Quadro 6. 15 -	Atitude dos alunos do 11º B relativamente à Ciência – Teste t-student	204
Quadro 6. 16 -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas relativamente à Física e Química, antes e após a intervenção	206
Quadro 6. 17 -	Atitude dos alunos do 11º A relativamente à Física e Química – Teste t-student	208
Quadro 6. 18 -	Atitude dos alunos do 11º B relativamente à Física e Química – Teste t-student	209
Quadro 6.19 i -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas no teste de conhecimentos, antes e após a intervenção	211
Quadro 6.19 ii -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas no teste de conhecimentos, antes e após a intervenção	212
Quadro 6.19 iii -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas no teste de conhecimentos, antes e após a intervenção	214
Quadro 6.20 i -	Resultados dos alunos do 11ºA no teste de conhecimentos – Teste t-student	215
Quadro 6.20 ii -	Resultados dos alunos do 11ºA no teste de conhecimentos – Teste t-student	217
Quadro 6.20 iii -	Resultados dos alunos do 11ºA no teste de conhecimentos – Teste t-student	218

Quadro 6.21 i -	Resultados dos alunos do 11ºB no teste de conhecimentos – Teste t-student	220
Quadro 6.21 ii -	Resultados dos alunos do 11ºB no teste de conhecimentos – Teste t-student	221
Quadro 6.21 iii -	Resultados dos alunos do 11ºB no teste de conhecimentos – Teste t-student	223
Quadro 6. 22 -	Frequência das categorias – Questão 2.11 a)	226
Quadro 6.23 -	Frequência das categorias – Questão 3.14 a)	228
Quadro 6.24 -	Frequência das categorias – Questão 4.11 a)	230

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 -	Mapa conceptual incluído nas orientações curriculares das Ciências Físicas e Naturais do Ensino Básico (Junho de 2001)	37
Figura 2. 2 -	Relação entre Trabalho Prático, Laboratorial, Experimental e de Campo (Adaptado de Leite, 2001)	51
Figura 4. 1 -	Distribuição dos alunos da turma por género	120
Figura 4. 2 -	Distribuição de alunos em função da sua origem	121
Figura 4. 3 -	Escolaridade dos pais	122
Figura 4. 4 -	Escolaridade das mães	123
Figura 4. 5 -	Número de alunos repetentes em cada uma das partes da turma	125
Figura 4. 6 -	Número de alunos com repetências em anos anteriores em cada uma das partes da turma	126
Figura 4. 7 -	Número de alunos com disciplinas em atraso	126
Figura 5. 1 -	Cais e Central Termoeléctrica da Mina de São Domingos Fonte: Alves, sem data	147
Figura 5. 2 -	Moitinha, Estação de britagem	149
Figura 5. 3 -	Chapéu de ferro e corta da MSD	149
Figura 5. 4 -	Fábrica de enxofre da Achada do Gamo	149
Figura 5. 5 -	Placa informativa	158
Figura 5. 6 -	Recolha de amostras	158
Figura 5. 7 -	Resultado de uma amostra	160
Figura 5. 8 -	Cristais “azuis” de $\text{CuSO}_4$	161
Figura 5. 9 -	Libertação de bolhas de gás	162
Figura 5. 10 -	Curva de titulação da “água ácida” da MSD	163
Figura 5. 11 -	Recolha de amostras de rochas	164

Figura 6. 1 -	Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao consumo de água, antes da intervenção	172
Figura 6. 2 -	Médias da Pontuação Total obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao consumo de água, antes da intervenção	173
Figura 6. 3 -	Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao ambiente, antes da intervenção	176
Figura 6. 4 -	Médias da Pontuação Total obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao ambiente, antes da intervenção	176
Figura 6. 5 -	Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Ciência, antes da intervenção	179
Figura 6. 6 -	Médias da Pontuação Total obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Ciências, antes da intervenção	180
Figura 6. 7 -	Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Física e Química, antes da intervenção	182
Figura 6. 8 -	Médias da Pontuação Total obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Física e Química, antes da intervenção	183
Figura 6. 9 -	Percentagens das Pontuações Totais obtidas pelos três grupos de alunos em cada uma das variáveis, antes da intervenção	184
Figura 6. 10 -	Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas do 11º Ano, no teste de conhecimentos, antes da intervenção	187
Figura 6. 11 -	Médias da Pontuação Total obtidas pelos alunos das duas turmas do 11º Ano no teste de conhecimentos, antes da intervenção	188



## Capítulo 1

# *INTRODUÇÃO*

---





## **1 – Introdução**

### **1.1 – Da problemática à escolha do tema**

Ao fim de alguns anos no ensino, e algumas supostas reformas vividas, constata-se que, no essencial, a escola e os métodos pouco mudaram. O ensino das ciências continua tradicional, ou seja, ainda baseado na transmissão de conhecimentos e informação do professor para o estudante. A disciplina de Física e Química, em particular, tem registado elevado insucesso, publicamente conhecido pelos resultados dos exames nacionais. A preparação científica da maioria dos alunos é bastante deficiente. Os alunos revelam não só desconhecer conceitos científicos, como não ter capacidade para aplicar esses mesmos conceitos. E pensando ainda que classificações positivas podem não corresponder a aprendizagens significativas, nem ir ao encontro de muitos objectivos da educação científica e tecnológica, o cenário do actual ensino das ciências e da Física e Química, em particular, não é, de todo, o desejável...

O ensino das ciências não tem acompanhado a evolução dos acontecimentos e não se adapta a uma nova realidade, onde emergem questões tecnológicas, sociais e ambientais, que nunca antes se tinham colocado. A abordagem que hoje se faz no ensino das ciências e na educação ambiental nem sempre conduz a uma mudança de atitudes e de comportamentos. Falta questionar os valores subjacentes às acções e ligar o ensino das ciências à vida do aluno, na tentativa de promover o desenvolvimento de uma consciência científica, ambiental e cívica mais actuante. Como pensam os alunos enquanto cidadãos, que espírito crítico e analítico possuem, como questionam e

reflectem, são aspectos da verdadeira avaliação do sucesso da educação científica e tecnológica.

A água é o tema unificador da segunda unidade da Química, “Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra”, do programa de Física e Química A – 11º Ano (Março de 2003). O problema da água é perspectivado como um dos maiores problemas do futuro, tendo em conta o aumento demográfico, a contaminação dos recursos hídricos, a alteração de hábitos, e a assimetria da sua distribuição. A dimensão social do conhecimento está presente, em toda a unidade quando se discutem as assimetrias na distribuição e na qualidade da água, ao interpretar-se quanto esta qualidade depende do uso de alguns artefactos tecnológicos e ao incentivar a necessidade de acções individuais e colectivas que não agravem a situação. Assim, o sucesso escolar e a qualidade das aprendizagens parecem não depender directamente da qualidade de um programa, e sim, provavelmente, mais da forma como ele é desenvolvido.

A água doce é um recurso natural essencial para a vida na Terra, constituindo cerca de 2,5% da hidrosfera terrestre. A maior parte desta parcela encontra-se distribuída por cursos de água, lagos e lençóis freáticos, constituindo ecossistemas de água doce. No entanto, apenas 1% da mesma parcela pode ser aproveitada pelo Homem para assegurar as suas necessidades básicas. Apesar disso, a má gestão e degradação destes recursos, devido ao rápido desenvolvimento económico, à industrialização e ao crescimento demográfico, tem-se tornado num problema preocupante para as grandes sociedades/civilizações.

A alteração da composição da água, devido a poluentes, constitui também um problema. São exemplo desta alteração as chuvas ácidas, traduzidas pela acidificação das águas das chuvas. São graves as consequências daí resultantes, em termos de agressões incidentes nas plantas e nos solos, em modificações da fauna e flora aquáticas e do solo, no aumento do poder erosivo e destruidor de materiais naturais e artificiais, etc.

A deterioração do ambiente é actualmente um problema, em particular na área onde se pretende desenvolver este estudo. É uma área caracterizada por escassez de água e por alguns problemas de contaminação resultante de actividades antropogénicas, nomeadamente práticas agrícolas. Também não é de desprezar o impacto resultante de actividade mineira, que liberta contaminantes responsáveis pela acidificação do solo e dos recursos hídricos. Neste sentido, torna-se fundamental educar para o uso racional da água, ou seja, promover comportamentos responsáveis, evitando o excessivo consumo e a contaminação da água.

O conceito de acidez é abordado nos programas de Ciências Físico-Químicas no 8º ano e de Física e Química A no 11º ano, nomeadamente na referida Unidade 2. Sendo um conceito cuja compreensão exige um elevado nível de abstracção, nem sempre é compreendido pelos alunos. A experiência de leccionação desta unidade também tem revelado que os efeitos perniciosos para o ambiente e para a saúde, resultantes da contaminação ácida da água, não são devidamente valorizados pelos alunos. Contudo, é uma temática presente no dia-a-dia, ideal para uma abordagem do tipo Ciência, Sociedade, Tecnologia e Ambiente (CTSA) e/ou interdisciplinar, abordagens pouco utilizadas no Ensino tradicional.

É neste contexto que se propõe a implementação de uma abordagem mais abrangente e motivadora, que desperte a atenção dos alunos para o mundo que os rodeia, conferindo-lhes competências para intervir na resolução de problemas concretos, reais e locais, por eles vividos no dia-a-dia. A Mina de S. Domingos é um recurso local e constitui um objecto ideal para o ensino - aprendizagem em ciências. A sua proximidade facilita a realização de uma ou mais saídas de campo e o seu estudo, segundo uma perspectiva CTSA e interdisciplinar, poderá contribuir para:

**H1** – uma aprendizagem mais ligada aos contextos reais;

**H2** – a ligação entre os conteúdos a leccionar e o ambiente;

**H3** – maior sensibilidade para as questões ambientais;

**H4** – tomada de consciência da importância da preservação da qualidade da água.

## **1.2 – Objectivos e características do estudo**

O estudo que se apresenta teve por base a implementação de uma abordagem CTSA da Unidade 2 de Química do 11ºano de escolaridade, na sua vertente prática. Com esta abordagem pretendeu-se contribuir para melhorar a qualidade das aprendizagens dos alunos nesta área e valorizar as actividades práticas enquanto estratégia privilegiada para o ensino da química.

Com este estudo, procurou dar-se resposta à grande questão:

*Poderão as actividades práticas, enquanto actividades de investigação a partir de um problema real, contribuir para que os alunos melhorem as suas aprendizagens nas ciências e na Física e Química em particular, e mudar a atitude face ao ambiente e ao consumo de água?*

O estudo foi organizado em duas fases que estão directamente relacionadas com os objectivos que se pretendem atingir. Numa primeira fase procedeu-se ao desenvolvimento e implementação de actividades práticas que se procurou interligar entre si e relacionar com problemas reais associados à área de vivência dos alunos, segundo uma metodologia diferente da tradicional. Numa segunda fase, foram aplicados questionários que permitiram avaliar a implementação das actividades práticas e tirar conclusões relativamente à questão colocada, que se pode desdobrar em múltiplas outras:

☞ Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem não tradicional, contribuir para aprendizagens mais significativas relativas ao conceito de acidez?

☞ Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem CTSA, contribuir para mudar as atitudes dos alunos face ao ensino das ciências e da Física e Química, em particular?



☞ Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem de investigação de problemas, contribuir para mudar as atitudes dos alunos face ao ambiente e ao consumo de água?

☞ Serão as atitudes dos alunos do 8º de escolaridade, face à Ciência e ao ambiente, diferentes das dos alunos do 11º ano de escolaridade?

☞ Será que os alunos encaram o trabalho prático como actividade promotora de aprendizagem em Ciência?

Foi neste conjunto de questões que se encontrou o Universo em que se desenvolveu esta investigação: **Abordagem CTSA, Ácido-base, Actividades Práticas, Ambiente, Água, Ensino, Química.**

Após explicitadas as razões da escolha do tema e as questões subjacentes a esta investigação, passa-se à apresentação da estrutura da presente dissertação.

### **1.3 – Estrutura da dissertação**

A dissertação encontra-se organizada em sete capítulos, para além dos módulos de Bibliografia e Anexos. O primeiro é o da introdução, onde se explicitam as razões da escolha do tema.

Os dois capítulos seguintes resultam de uma revisão de literatura, um na área da Educação em Ciência e outro na área da Educação Ambiental. O capítulo da Educação em Ciência faz uma abordagem sobre o ensino das ciências, particularizando para o caso das actividades práticas e para o ensino da Física e Química. O capítulo da Educação Ambiental aborda a temática da água e o impacte da exploração mineira.

No quarto capítulo apresenta-se a metodologia e planificação geral da investigação e o contexto em que a mesma decorreu. Neste capítulo explicitam-se as opções metodológicas tomadas ao nível da recolha de dados e tratamento de resultados. São apresentados ainda os instrumentos utilizados na recolha dos mesmos e a estratégia seguida na sua aplicação.

No quinto capítulo, dedicado à intervenção didáctica, começa-se por fazer uma descrição da metodologia seguida na mesma, faz-se uma apresentação dos problemas propostos e descreve-se o modo como foram desenvolvidos, pelos alunos, cada um dos projectos: **I** - Determinação do pH do solo; **II** - Preparação de sulfato de cobre hidratado; **III** – Obtenção de cobre a partir de pirite com água ácida e sucata de ferro; **IV** – Obtenção da curva de titulação da água ácida da mina; **V** – Análise de amostras de rochas recolhidas (Determinação da densidade, dureza, ... de alguns materiais da MSD).

No sexto capítulo, apresentam-se e analisam-se os resultados obtidos, bem como algumas conclusões decorrentes da análise e discussão dos mesmos.

No último capítulo, são apresentadas as conclusões mais importantes obtidas a partir do estudo realizado, bem como as implicações pedagógicas e as reflexões


consideradas pertinentes. São ainda explicitadas as principais potencialidades e limitações do estudo realizado e sugeridas algumas pistas para futuras investigações.

As referências bibliográficas são apresentadas perto do fim, antes dos anexos.

Os anexos incluem todos os instrumentos construídos para a recolha de dados, bem como os documentos relativos a materiais pedagógicos especificamente elaborados no contexto desta intervenção, um excerto do programa da disciplina de Física e Química A do 11º Ano e as grelhas de análise de resultados obtidos nas questões abertas dos questionários.

## Capítulo 2

# *EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA*





## **2 – Educação em Ciência**

Este capítulo apresenta as várias perspectivas pedagógicas que foram surgindo associadas ao ensino das ciências e que terão contribuído para a crise que conduziu aos baixos níveis de literacia científica. São abordadas várias dimensões possíveis, no âmbito da didáctica das ciências, como seja a interdisciplinaridade, a abordagem CTSA, a educação para a sustentabilidade, a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e as actividades práticas, nas suas múltiplas aplicações. Neste contexto, é depois particularizado o ensino da Física e Química.

### **2.1 – Perspectivas pedagógicas**

O ensino das ciências tem tradicionalmente colocado ênfase na instrução formal de um corpo de conhecimentos bem definido, assente quase exclusivamente na exposição oral dos conteúdos científicos pelo professor. A perspectiva do Ensino por Transmissão (EPT) pressupõe que o professor pode transmitir ideias pensadas por si próprio ou por outros (conteúdos) ao aluno que as armazena sequencialmente no seu cérebro (receptáculo). Ou seja, o professor “dá a lição” e pede, em troca, que os alunos usem a sua actividade mental para acumular, armazenar e reproduzir informações – visão behaviorista da aprendizagem (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002, p.141). Esta perspectiva tem como pressupostos que a aprendizagem ocorre através de um processo de acumulação de informações, cuja compreensão é normalmente avaliada em termos da sua capacidade de memorização, e que os conhecimentos são exteriores, sendo suficiente utilizar os órgãos dos sentidos para os aprender, nomeadamente ouvir e ver

com atenção. Neste contexto, não se reconhece ao aluno um papel activo na aquisição de conhecimentos (Bonito, 2001, p.42; Almeida, 2001, p.52).

Por volta dos anos 70, registam-se elevadas taxa de insucesso e grande desinteresse e desmotivação nas escolas (Bonito, 2001, p.44), atribuídas ao modelo que se seguia (EPT). Em alternativa, o Ensino por Descoberta (EPD) ou aprendizagem por descoberta impõe-se, partindo da convicção que os alunos aprendem, por conta própria, qualquer conteúdo científico a partir da observação; de que são os trabalhos experimentais radicados no fenomenológico e no imediato que levam à descoberta de factos “novos” e que é a interpretação, mais ou menos contingente, de tais factos, que conduz, de forma natural e espontânea, à descoberta de ideias, das mais simples às mais elaboradas. A actividade do sujeito é sobretudo mobilizada por via do sensorial, construindo ideias a partir dos factos dados ou obtidos, não tendo também em conta uma construção activa do conhecimento (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002, p.146).

No EPD, a ênfase é colocada na aprendizagem dos processos da Ciência, na suposição de que os alunos aprendem por si sós qualquer conteúdo científico por indução a partir dos dados de observação. Os defensores do EPD reconhecem que os conteúdos e os processos científicos são ambos importantes e partes interligadas da Ciência. No entanto, consideram que os conteúdos científicos desempenham um papel secundário relativamente às capacidades de raciocínio científico. O importante é que os alunos se envolvam em acções e utilizem raciocínio científico: façam perguntas, manipulem materiais, observem fenómenos e inventem explicações para responderem às suas perguntas. Ao manipularem materiais e equipamento, os factos particulares ou

os conceitos que aprendem com as actividades não são tão importantes como as lições que aprendem sobre a natureza do inquérito científico (Sequeira, 2004, p.197).

Reconhece-se hoje que foi um erro confundir os objectivos do ensino das ciências com os objectivos da produção científica, e elevar o método científico à categoria de método de ensino. O EPD foi muitas vezes reduzido a factos evidenciados por resultados experimentais que se articulam com o que é óbvio. O indutivismo extremo em que o modelo incorria, a falta de atenção dada aos conteúdos e a insistência na pretensa actividade de descoberta dos alunos traduziram-se em resultados negativos, quer no que se refere à aquisição de conhecimento, quer em relação à compreensão da natureza da Ciência. Os processos da Ciência (observar, classificar, inferir, hipotetizar,...) não são entidades discretas que possam ser ensinadas independentes do conteúdo (Almeida, 2001, p.52). Apesar de todas as limitações, o EPD constituiu um salto qualitativo no ensino das ciências, trazendo o trabalho experimental para o cerne do ensino das ciências.

No final dos anos 70, começou a perceber-se que as ideias como fonte de controvérsia e as teorias como algo que os cientistas constroem não faziam parte da reflexão didáctica. E que as ideias que os alunos traziam para a Escola, fruto do seu quotidiano, não estavam a ser devidamente valorizadas. Ocorre então a emergência do Ensino por Mudança Conceptual (EMC), na década de 80, com raízes epistemológicas racionalistas e que vai contra a conceptualização centrada na mera aquisição de conceitos. À luz de perspectivas cognitivo-construtivistas da aprendizagem, que põem a tónica na actividade cognitiva do sujeito, são os alunos que constroem e (re)constróem os seus conhecimentos e que de forma progressiva irão adquirir e desenvolver



instrumentos para pensar melhor. Do que se trata agora é de contribuir para mudar os conceitos, de procurar compreender algumas das dificuldades que tal mudança exige e de referir eventuais estratégias de ensino para ajudar os alunos a levar a cabo tal mudança (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Nos modelos de Aprendizagem por Mudança Conceptual, a questão não está em como se adquirem os conceitos, mas em saber como se mudam. Nestes modelos não há lugar para a transmissão de saberes. O aluno não é um sujeito pré-constituído, mas uma entidade que se auto-regula e auto-transforma à medida que constrói, [destrói] e transforma os seus conceitos (Bonito, 2001). Neste contexto, o aluno é considerado o principal responsável pela sua própria aprendizagem. Mais do que um receptor ou processador passivo de informação, a perspectiva construtivista vê o aluno envolvido, activamente na construção de significados, confrontando o seu conhecimento anterior com novas situações e, se for caso disso, (re)construindo as suas estruturas de conhecimento. A forma como uma situação é construída depende das características da situação, como dos esquemas interpretativos usados e dos contextos de aprendizagem criados (Almeida, 2001). Esta teia de conhecimento só se torna útil e significativa para os alunos quando é integrada com o seu conhecimento pessoal e as suas experiências com fenómenos naturais. Os alunos chegam às aulas de ciências com muitas ideias e explicações sobre os fenómenos naturais. As suas ideias são baseadas na experiência e muitas vezes são bastante diferentes das explicações científicas estudadas na escola. Na perspectiva da mudança conceptual, o objectivo central do ensino das ciências é ajudar os alunos a mudar as suas explicações intuitivas e vulgares acerca do mundo que os rodeia, ou seja, incorporar conceitos científicos e modos de pensamento nos seus referenciais pessoais (Sequeira, 2004, p.198).

No EMC, o papel do erro passa a ser constitutivo da própria situação didáctica. Há que reconhecer a necessidade de errar, para que se possa ultrapassar de forma compreensiva a situação. O professor deve partilhar o esforço de arriscar a errar, promovendo no aluno a conquista por esforço próprio do exercício do pensar. Neste contexto, é fundamental ter em conta eventuais dificuldades de aprendizagem dos alunos originadas pelas designadas concepções alternativas (CA), isto é, ideias em oposição a concepções cientificamente adequadas. A necessidade de adequar as estratégias de ensino às ideias prévias dos alunos implica a necessidade de diagnosticar as CA dos alunos (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Considerava-se que existia aprendizagem quando existia um “salto” descontínuo entre a ideia intuitiva e a científica. Hoje pensa-se que a evolução é progressiva para ideias cada vez mais científicas (Santos, 2002).

Distintos sujeitos produzem concepções distintas com base na mesma informação. Esta actividade de processamento da experiência e da informação tem como referencial teórico prévio as concepções anteriores referentes a esse objecto. A maioria das concepções apresenta um carácter mais ou menos dinâmico e poderá alterar-se com relativa facilidade. Outras, porém, são muito estáveis e resistentes à mudança, possuem um maior nível de abstracção e permanecem num nível mais oculto da pessoa (Bonito, 2001).

As concepções frequentes (não científicas) são muitas vezes parecidas com as concepções históricas. Tudo leva a crer que determinadas concepções históricas se perpetuam na cultura popular de geração em geração (Thouin, 2008). Os mecanismos de elaboração são as justificações evocadas para explicar as concepções frequentes. Podem

ser agrupadas em cinco grandes categorias: a inferência, a restrição, a extensão, o estabelecimento de uma relação directa e a formação de uma categoria mental geral. A inferência consiste em passar de uma ideia para outra, considerada pertinente por causa da sua relação com a primeira. A restrição consiste em aplicar um conhecimento a um domínio mais restrito que aquele ao qual ele realmente se aplica. A extensão consiste em aplicar um conhecimento a um domínio mais vasto do que aquele ao qual ele realmente se aplica. O estabelecimento de uma relação directa faz-se a partir da ligação entre duas ideias. E a formação de uma categoria mental geral consiste em agrupar vários objectos, seres vivos ou fenómenos na mesma categoria.

No EMC, o professor tem de abandonar posturas rígidas e empenhar-se em actividades cognitivamente mais estimulantes, contribuindo para o exercício do pensar. Segundo Cachapuz, Praia & Jorge (2002, p.159 e 160), três instrumentos disponíveis para esta tarefa são o *mapa de conceitos* (que representa a hierarquia e as relações entre conceitos na mente, pelo que permite avaliar a aprendizagem de conceitos pelos alunos), *fazer paralelismos com exemplos de conhecimento pré-científico* (ajudando os alunos a introduzir novos conceitos científicos por insatisfação com os anteriores, que têm menos capacidade explicativa) e o *trabalho experimental* (cujo papel será o de ajudar os alunos a compreender melhor como as suas ideias apresentam algo de cientificamente incorrecto ao tornarem mais clara a contradição entre as suas expectativas e as observações por eles efectuadas).

Outros autores consideram que a Ciência deve ser ensinada de modo a que reflecta e illustre a estrutura conceptual e metodológica da própria Ciência. A aprendizagem da Ciência deve envolver as interpretações que a comunidade científica

faz dos fenómenos e os processos através dos quais essas interpretações mudaram e continuam a mudar. Woolnough (citado em Almeida, 2001) evidencia a necessidade de uma abordagem holística da Ciência, pois centrar o ensino da Ciência nas suas partes não significa que se ensine Ciência. Nesse sentido, considera que o ensino da Ciência deve ser visto como uma actividade holística de resolução de problemas onde ocorre uma interacção contínua e dinâmica entre o conhecer e o fazer. Ao admitir-se que a aprendizagem é um processo de construção pessoal e social, a dicotomia entre processos e conteúdos perde qualquer sentido. O ensino da Ciência tem assim de proporcionar situações de aprendizagem que possibilitem aos alunos mobilizarem os seus saberes conceptuais e processuais no desenvolvimento de processos investigativos e, deste modo, construir e reconstruir continuamente e progressivamente a sua compreensão do mundo. Hodson (citado em Praia, 1999, p.64) descreve como objectivos centrais do ensino das ciências: *aprendizagem das ciências*, como a aquisição e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos (conteúdos das ciências), *aprendizagem sobre a natureza das ciências*, a compreensão da natureza e dos métodos da Ciência, tomando consciência das interacções complexas entre Ciência e Sociedade; e a *prática da Ciência*, desenvolvimento de conhecimentos técnicos, éticos, entre outros, sobre a investigação científica e a resolução de problemas.

Cachapuz, Praia & Jorge (2002, p.169) consideram que o EMC ao sobrevalorizar a aprendizagem dos conceitos, desvaloriza finalidades educacionais e culturalmente relevantes, ligadas aos valores e às atitudes, assim como aos interesses e necessidades pessoais dos alunos. Por outro lado, realçam que à perspectiva da mudança conceptual está subjacente a utilização de estratégias metacognitivas, ligadas ao exercício do pensar e reconhecidamente mais complexas. Assim, propõem uma nova

perspectiva para o ensino das Ciências que designam por Ensino Por Pesquisa (EPP). Esta perspectiva está mais ligada aos interesses quotidianos e pessoais dos alunos, social e culturalmente situada e é geradora de maior motivação. Os problemas amplamente discutidos na aula nascem de problemáticas mais abertas, com raízes ou incidências sociais fortes, que a pouco e pouco se vão delimitando e preparando para o exercício de pesquisa partilhada. Correspondem a enunciados que apresentam obstáculos aos sujeitos resolvedores, e que estes, à partida, não sabem como ultrapassar. Não são, necessariamente, tarefas de papel e lápis e podem exigir a utilização do laboratório ou de meios informáticos, a realização de uma saída de campo ou de uma entrevista, etc (Leite, 2003). Trata-se de envolver cognitivamente e afetivamente os alunos, sem respostas prontas e prévias, caminhando-se para soluções provisórias, como resposta a problemas reais e sentidos como tal, de conteúdo inter e transdisciplinares, cultural e educativamente relevantes.

No EPP, os conteúdos científicos não são fins do ensino mas meios necessários ao exercício do pensar. A Educação em Ciência, em termos de finalidades, deixa de se preocupar somente com a aprendizagem de um corpo de conhecimentos ou de processos da Ciência, mas antes garantir que tais aprendizagens se tornarão úteis e utilizáveis no dia-a-dia.

No âmbito desta perspectiva, a avaliação educativa assume uma importância central, pois ela deve ser mais formadora e menos classificatória, envolver todos os intervenientes no processo de ensino-aprendizagem, bem como atender aos contextos situacionais, quer dos alunos quer da turma, quer das próprias condições de trabalho.

O Quadro 2.1 apresenta uma síntese das quatro perspectivas pedagógicas descritas.

**Quadro 2.1 - Perspectivas pedagógicas**

	<b>EPT</b>	<b>EPD</b>	<b>EMC</b>	<b>EPP</b>
<b>Finalidade</b>	Aquisição de conceitos, ênfase na instrução	Compreensão de processos científicos, ênfase na instrução	Mudança de conceitos, ênfase na instrução	Construção de conceitos, competências, atitudes e valores, ênfase na educação
<b>Papel do professor</b>	O professor transmite conceitos, exercendo a sua autoridade graças à competência científica	O professor assume um papel de organizador das situações de aprendizagem, direccionando as “descobertas” a fazer pelos alunos	O professor diagnostica concepções alternativas dos alunos e a partir destas organiza estratégias de conflito cognitivo para promover aprendizagens adequadas	O professor organiza processos de partilha, interacção e reflexão crítica, ou seja, promove debates sobre situações problemáticas, fomentando a criatividade e o envolvimento dos alunos
<b>Papel do aluno</b>	Aluno passivo	Aluno “cientista”	O aluno constrói a sua aprendizagem conceptual	Aluno activo, assumindo um papel de pesquisa e de reflexão crítica sobre as suas maneiras de pensar, de agir e de sentir
<b>Caracterização Didáctico-Pedagógica</b>	O ensino centra-se nos conteúdos, tem índole memorística e não atende às diferenças dos alunos	Estratégias de ensino isomorfas “do” método científico e as actividades experimentais são do tipo indutivo	Parte das concepções alternativas dos alunos, funcionando os conteúdos como um meio de aprendizagem para promover a mudança de conceitos, através da superação de conflitos cognitivos	Estudo de problemas abertos, com interesse para os alunos e de âmbito CTSA
<b>Avaliação</b>	Normativa	Centrada nos processos científicos	Formativa e sumativa, centrada nos conceitos	Parte integrante do ensino, engloba conceitos, capacidades, atitudes e valores

Fonte: adaptado de Cachapuz, Praia & Jorge (2002, p.142, 143)

## 2.2 – Literacia Científica

*“Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.”*

(OECD/PISA, 2002, disponível em <http://www.pisa.oecd.org/science/defhist.htm>)

Nas últimas décadas tem-se assistido ao acentuar da distância entre uma elite científica e os cidadãos analfabetos científicos. Vive-se numa época em que os novos conhecimentos gerados pela Ciência superam rapidamente a capacidade do público para os acompanhar (Duschl, 1997). Simultaneamente, existe um crescente divórcio entre os interesses dos alunos e os conteúdos e metodologias oferecidas na educação formal.

A necessidade de alfabetização básica iniciada no século XIX pode ser comparada com a actual necessidade de alfabetização científica e tecnológica, ou seja, literacia científica. Os cidadãos cientificamente alfabetizados lidam melhor com as questões sociais levantadas pela Ciência, agem de forma mais responsável, aplicam a Ciência nos problemas do quotidiano porque estão mais conscientes da importância da sua participação em tomadas de decisão. O conceito de literacia científica tem sido largamente utilizado para definir os objectivos da educação científica e tecnológica, desde a década de 80 (Madureira & Sequeira, 2003). A Associação Americana para o Avanço da Ciência define literacia científica como sendo uma *“capacidade de utilizar o conhecimento científico para fins pessoais e sociais”* (citado em Fontes & Silva, 2004, p.31). A necessidade de cidadãos cientificamente cultos é, efectivamente, uma exigência do mundo actual.

Para Cachapuz, Praia & Jorge (2002, p.44), inspirados nos já referidos objectivos do ensino das ciências de Hodson, o conceito de “*cientificamente culto*” é multidimensional e envolve simultaneamente três dimensões: aprender Ciência (aquisição e desenvolvimento de conhecimento conceptual), aprender sobre Ciência (compreensão da natureza e métodos da Ciência) e aprender a fazer Ciência (competências para desenvolver percursos de pesquisa e resolução de problemas).

Segundo Trindade (citado em Santos, 2002, p.26), *educação em ciências* difere de *ensino das ciências*, a primeira tendo objectivos mais relacionados com a formação de todo e qualquer cidadão, como seja uma alfabetização em ciências, o segundo com objectivos mais relacionados com os indivíduos que prosseguem estudos numa área científica.

Sendo um dos objectivos da educação em geral a formação de cidadãos socialmente responsáveis, o ensino das ciências não pode adquirir um carácter puramente laboratorial e circunscrito à sala de aula, onde apenas se aprendem conceitos e teorias, mas deve orientar-se para aspectos mais sociais e pessoais. A *alfabetização científica* e a *educação para a cidadania* relacionam-se, na opinião de Gómez Crespo *et al* (citado em Fontes & Silva, 2004, p.29), com “*a formação de cidadãos cientificamente cultos e responsáveis, capazes de reconhecer à Ciência as suas dimensões e as influências sociopolíticas que sobre ela actua*”. Assim, o mesmo autor define *alfabetização científica* como “*os níveis mínimos de conhecimentos científicos (conceitos, procedimentos e atitudes) para poder participar democraticamente na sociedade e exercer uma cidadania responsável*”. Também é importante para uma cidadania esclarecida ser capaz de distinguir entre os tipos de questões que podem ser



respondidas pela Ciência e os que não podem, e entre o que é científico e o que é pseudo-científico.

Um estudo nacional de literacia, levado a cabo em 1995, mostra um quadro negro da situação do País. Madureira & Sequeira (2003, p.1032) reforçam este cenário de crise com um estudo que conclui que o grau de literacia científica dos alunos do Ensino Secundário é muito baixo. O insucesso verificado nos ensinos básico e secundário, essencialmente em disciplinas como Matemática, Física e Química, já há muito tempo que é (re)conhecido. Mas a falta de cultura geral, científica e tecnológica, também acontece em muitos outros países considerados desenvolvidos. Como explicar então esta grave crise a nível da literacia científica?

O ensino tradicional das ciências raramente valoriza as percepções dos alunos acerca do mundo material exterior à escola, dificilmente incentiva a dupla integração deste mundo como meio e como objecto de estudo para aprender Ciências, e frequentemente promove concepções sobre Ciências, os seus processos e produtos, porventura desinteressantes e distorcidas. Acresce, simultaneamente, o facto do conhecimento prévio dos alunos, as suas representações e interpretações acerca de objectos e fenómenos que integram os currículos de Ciências, serem, por norma, desvalorizados (muitas vezes ignorados) na planificação e desenvolvimento das actividades lectivas, parecendo que a sua existência é apenas considerada para efeitos de (e por força de) avaliações sumativas. A educação deve ser mais eficaz na compreensão e apropriação dos problemas que com maior permanência se colocam nas sociedades contemporâneas, particularmente aqueles em que as vertentes científico-tecnológicas são mais evidentes. A discrepância entre os resultados da educação escolar e as

expectativas de decisores de políticas educativas e de professores constitui um dos grandes desafios que comunidades de investigadores nestas áreas vêm enfrentando (Pedrosa e Mateus, 2000).

Cachapuz, Praia & Jorge (2002, p.40 e 41) identificam como pontos críticos do ensino das Ciências:

- começar demasiado tarde e terminar demasiado cedo;
- sobrevalorizar contextos académicos onde são quase sempre ignoradas articulações essenciais C / T / S / A;
- só ter lugar em ambientes formais (escola);
- subvalorizar o desenvolvimento de competências e atitudes científicas;
- uso simbólico das novas tecnologias da informação e comunicação como recurso didáctico;
- ausência de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade;
- carácter transmissivo privilegiado relativamente ao investigativo;
- funções do professor burocratizadas;
- cumprimento do programa privilegiado relativamente à excelência das aprendizagens.

A separação disciplinar e desarticulada das diversas ciências e a divisão entre componentes teórica e prática no ensino tradicional de ciências, assumindo diversos contornos e destacando-se nos actuais currículos, têm inspirado, guiado e dominado as organizações escolares e curriculares de diversos níveis de escolaridade, incluindo as relativas às formações escolares, académicas e profissionais dos próprios professores de ciências (Pedrosa & Mateus, 2000).



Para além da fraca utilização de trabalho experimental nas aulas de ciências, verifica-se a predominância de concepções e práticas centradas na ilustração, verificação ou descoberta de conceitos a partir dos factos fornecidos pela experiência ou fenómenos observados. O processo de desenvolvimento do trabalho experimental é normalmente concebido como um processo estruturado e repetitivo onde o contexto, o material, os procedimentos efectuados são escolhidos e organizados tendo como função essencial pôr em evidência o conceito ou a lei. O papel dos alunos surge, assim, fortemente condicionado pela própria natureza das actividades, normalmente fechadas, convergentes para a obtenção de um produto determinado e para a resposta certa, onde está ausente a discussão de ideias, a reflexão e avaliação crítica do trabalho desenvolvido e a resolução de problemas abertos (Almeida, 2001). Pode então dizer-se que o interesse educativo do “fazer” é muito limitado sem o envolvimento do “pensar”.

Estas concepções e práticas de trabalho experimental colocam vários problemas, como a primazia da observação experimental no processo de conhecimento e a pressuposição de que existe um método científico universal com características bem definidas, cuja aplicação mecanicista permitirá o acesso à descoberta da natureza. Além disso, veiculam a ideia de que o conhecimento científico é não problemático e que traduz a realidade tal como ela é. Em termos pedagógicos, mesmo que os alunos façam observações apropriadas, isso não significa que sejam capazes de fazer a interpretação pretendida. Tal como a observação, também a interpretação é influenciada pelas noções prévias dos alunos. Se o que se pretender for uma determinada interpretação, a actividade torna-se altamente estruturada e impede que os alunos relacionem as suas ideias e os modelos da Ciência com aquilo que acontece na experiência. Outro problema é o facto de muitas vezes não se esclarecer quais são os objectivos das experiências, o

que faz com que os alunos não saibam porque é que estão a realizar uma dada experiência (Almeida, 2001).

Os professores sabem que um ensino de ciências eficaz e significativo que pretende criar um ambiente de aprendizagem activo, requer muito tempo. O mesmo acontece com as unidades didácticas que pretendem desenvolver competências cognitivas de nível superior. Por esta razão, os que defendem novas perspectivas em didáctica das ciências propõem que se abandonem cursos de ciências expositivos e abrangentes, nos quais se tenta ensinar um pouco de tudo (Duschl, 1997).

Para Cachapuz, Praia & Jorge (2002, p.339, 340), o EPP incorpora princípios fundamentais para a promoção da mudança no quadro da formação de professores. Com a valorização de abordagens CTSA, um caminho mais recente que rompe com o ensino tradicional, é importante compreender o que pensam os professores de ciências da sua implementação, diagnosticar os bloqueios com que se confrontam e ajudá-los na sempre difícil tarefa de inovação. Além disso, o modo como os professores compreendem a estrutura do conteúdo da disciplina da especialidade e também como são capazes de o estruturar, parece influenciar a maneira como ensinam esse mesmo conteúdo. A preparação científica dos professores, nomeadamente interdisciplinar e transdisciplinar, torna-se ainda mais urgente por via da necessidade de mobilizar saberes socialmente relevantes, novos valores e atitudes, e dos conteúdos científicos serem olhados pela óptica do quotidiano e dos interesses dos alunos.

O que é preocupante hoje em dia em Portugal é que o ensino das ciências que temos não consegue nem oferecer uma cultura científica adequada a todos os alunos a nível da escolaridade básica, nem entusiasmar suficientemente os sobreviventes para enveredarem em seguida por percursos académicos de índole científica/tecnológica (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).

Os professores parecem reconhecer virtudes e qualidades ao trabalho prático e valorizar o “aprender fazendo”. Contudo, particularmente no Ensino Básico, o grau de frequência de utilização do trabalho prático nas aulas de ciências não parece corresponder à elevada reputação destas actividades junto de muitos professores, nem tão pouco à ênfase curricular que o trabalho prático tem (Miguéns, 1999).

Apesar da implementação de currículos com uma forte componente prática, onde se promove a utilização do trabalho experimental como instrumento de ensino e aprendizagem, o tipo de trabalho experimental que se realiza nas aulas nem sempre é adequado aos programas, sendo muitas vezes monótono, utilizando metodologias do tipo receita, onde se desenvolvem apenas actividades manipulativas (Santos, 2002, p.74). Muito do trabalho experimental realizado na escola pouco tem a ver com a prática dos cientistas, sendo mais uma série de exercícios restritivos realizados num laboratório de ciências.

A metodologia de ensino das ciências mais tradicional ainda é a que se baseia nos manuais escolares e nos princípios da didáctica geral, orientada para o domínio dos conteúdos científicos e organizada por tópicos específicos – planetas, electricidade, magnetismo, etc. – com pouca ou nenhuma preocupação com a interligação entre os

tópicos. O padrão metodológico consiste na exposição do professor, leitura do manual, seguida das respostas dos alunos às perguntas factuais do professor ou do manual. Deste modo, o ensino das ciências é entendido como a aquisição de factos pelo aluno. As actividades desenvolvidas pelos alunos e as demonstrações do professor são por vezes acrescentadas com o intuito de motivar os alunos mas são muitas vezes escolhidas pela sua simplicidade de execução ou pelo seu aspecto lúdico, e não pela sua utilidade em desenvolver a compreensão conceptual ou o raciocínio superior. Nesta perspectiva, uma unidade didáctica apresenta-se como uma série de lições, a passo geralmente apressado, com um conjunto de factos e conceitos para serem absorvidos pelos alunos. Com esta sequência de lições não parece provável que se consiga desenvolver a compreensão conceptual e o pensamento superior (Sequeira, 2004, p.196).

O carácter académico e não experimental que marca em grau variável os currículos de ciências e o seu ensino parece ser, pois, o maior responsável pelo desinteresse dos jovens alunos por estudos de ciências. A Ciência que se legitima nos currículos está desligada do mundo a que pertence. A inadequação dos modelos de ensino tradicionais está associada a problemas de cultura científica e parece ser reconhecida por todos. Cachapuz, Praia & Jorge (2002, p.47) salientam a necessidade de uma outra maneira de pensar a Ciência escolar, pois a aquisição de conhecimentos científicos não leva necessariamente à compreensão de como a Ciência funciona. O ensino das ciências tem sido essencialmente livresco, perdendo-se oportunidades de aquisição de saberes e de motivação dos alunos.

### 2.3 – Diversificação de orientações no âmbito da Didáctica das ciências

O Ensino das ciências tem procurado superar o déficite de literacia científica da sociedade recorrendo a novas abordagens. A diversificação dos métodos de ensino (trabalho experimental e de pesquisa, saídas de campo...) também tem sido uma ferramenta utilizada no combate ao referido déficite, procurando-se assim romper com o tradicional paradigma do ensino das ciências. As novas abordagens e a diversificação dos métodos de ensino/aprendizagem constituem o objecto de estudo desta parte do trabalho.

Pedrosa & Mateus (2000) consideram que a cultura científica pode ser de nível baixo e de nível elevado, a primeira correspondendo a simples conhecimentos de factos relativos ao mundo material, enquanto que a segunda pressupõe conhecimento científico para descrever e explicar experiências do quotidiano e outros fenómenos do mundo material. Nesta perspectiva, um bom ensino de ciências será aquele que se orienta no sentido de desenvolver cultura científica de nível elevado, ou seja, aquela que permite aos alunos questionar acerca dos fenómenos, compreendê-los e explicá-los.

No sentido de contribuir para o desenvolvimento pessoal e social dos jovens, na sua proposta de Ensino Por Pesquisa, Cachapuz, Praia & Jorge (2002) consideram que não podem ser esquecidas algumas vertentes. Um maior apelo à inter e transdisciplinaridade decorre da necessidade de compreender o mundo na sua globalidade e complexidade, conciliando as análises fragmentadas que as visões analíticas dos saberes disciplinares fomentam, fundamentam e reforçam. A relevância na abordagem de situações-problema do quotidiano poderá permitir também reflectir

sobre os processos da Ciência e da tecnologia, bem como as suas inter-relações com a sociedade e ambiente, facultando aos alunos uma maior possibilidade de tomar decisões informadas, de agir responsabilmente, bem como de permitir o desenvolvimento de atitudes e valores. A lógica de tal escolha deve inserir-se e articular-se com o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), traduzindo-se numa multiplicidade de abordagens (transdisciplinar, histórica, social, epistemológica, problemática), vistas como complementares.

Cachapuz, Praia & Jorge (2002) consideram ainda o pluralismo metodológico importante ao nível das estratégias de trabalho, destacando-se o trabalho experimental, não para evidenciar resultados (óbvios) nem só processos científicos, mas desenvolver actividades mais abertas, valorizando contextos que surgem mais por necessidade de encontrar (re)soluções para os problemas anteriormente definidos e com que os alunos se debatem. Tais actividades tornam-se geradoras de situações em que os dados obtidos pela via experimental são o fermento para a discussão, conjuntamente com elementos vindos de outras fontes. Os dados já não são óbvios e os resultados já não falam por si.

### **2.3.1 – Interdisciplinaridade**

A interdisciplinaridade pressupõe uma visão de conjunto que permite ao aluno interpretar conhecimentos e informações que recebe, perceber que todo o conhecimento é de igual relevância para a compreensão do mundo que o rodeia. Portanto, o exercício da interdisciplinaridade é um processo para compreender e modificar a realidade e não



deve ser confundida com uma mera justaposição de conteúdos entre disciplinas diferentes ou como integração de conteúdos numa mesma disciplina (Bolívar *et al*).

A cultura científica deve ser estimulada por professores que para além de dominarem saberes específicos (disciplinares) adquiram competências e construam conhecimento multidisciplinar e interdisciplinar. A integração das dimensões multi e interdisciplinares no ensino das ciências requer intervenções a diversos níveis, de que se destacam as directamente destinadas a ajudar os professores a aprenderem a utilizar abordagens de ensino de ciências mais heurísticas, contextualizadas e centradas em resolução de problemas. Assim se contrariam tendências para fragmentações inadequadas que coexistem com a sobrevalorização de estratégias que fazem apelo à memorização, em detrimento de competências cognitivas superiores como a compreensão, a interpretação e a explicação (Hodson, 1993, citado em Pedrosa & Mateus, 2000, p.42).

### **2.3.2 – Abordagem CTSA**

Segundo Martins (2002), deve entender-se a educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) como um *movimento para o ensino das ciências* enquadrado por uma filosofia que defende tal ensino em contextos de vida real, onde emergem ligações à *tecnologia*, com implicações da e para a *sociedade*. Os conceitos serão melhor percebidos pelos alunos (sobretudo para níveis mais baixos) se eles aparecerem como via para dar sentido aquilo que é questionado. Assim, esta filosofia advoga que o ensino das ciências deve ser conduzido segundo grandes temas em torno de

problemáticas reais e actuais, seleccionando os conceitos de Ciência e Tecnologia que são importantes para o desenvolvimento de uma explicação/interpretação plausível para o nível de estudos em questão, levantando questões criadas na sociedade pela repercussão da tecnologia ou pelas implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico.

Vários autores (citados em Correia *et al*, 2003) acreditam que um ensino das ciências baseado no conhecimento/análise/discussão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade permite:

- a) aumentar a literacia científica dos cidadãos;
- b) fomentar o interesse dos alunos na Ciência e na Tecnologia;
- c) fomentar o interesse dos alunos pelas interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade;
- d) ajudar os alunos a melhorar as suas capacidades de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas e tomada de decisão.

O Quadro 2.2 apresenta as principais características de uma aula com abordagem CTS, em comparação com uma aula tradicional.

**Quadro 2. 2 - Comparação entre uma aula tradicional e uma que integre CTS**

<b>Aula tradicional</b>	<b>Aula integrando CTS</b>
Os conceitos principais encontram-se nos textos adoptados	Identificação de problemas com interesse e impacto local
Utilização de actividades laboratoriais sugeridas pelo professor e/ou textos de apoio	Utilização de fontes locais para a recolha de informação a utilizar na resolução laboratorial dos problemas
Envolvimento passivo dos alunos na assimilação da informação fornecida pelos professores	Envolvimento activo do aluno na procura de informação útil
Os alunos concentram-se nos problemas referidos pelo professor e/ou nos textos de apoio	Os alunos assumem o papel de cidadão na tentativa de resolução de problemas que identificam
A aprendizagem ocorre predominantemente na aula	A aprendizagem passa da escola para a comunidade

Fonte: adaptado de Cardoso (1993)

Segundo Gonçalves *et al* (2007), uma abordagem a nível da Educação Ambiental pode desenvolver competências associadas ao processo científico, à compreensão dos termos e conceitos e permitir oportunidades de aplicação de aprendizagens científicas no contexto social do aluno. As questões relacionadas com o ambiente envolvem aspectos dos quais o conhecimento e as competências científicas são parte integrante. A apreciação crítica da informação obtida a partir de diferentes fontes de informação, a análise crítica de dados para realizar juízos lógicos ou para resolver problemas, o rigor do relato do trabalho, a formulação de problemas e hipóteses e a sua experimentação, são alguns desses aspectos adquiridos nas disciplinas de Biologia, Física, Geografia, Geologia e Química. Assim, as aulas de ciências devem incorporar também oportunidades, com carácter obrigatório e interdisciplinar, para a Educação Ambiental e os professores poderão abordar a interface entre o conhecimento

científico, a sociedade e a tecnologia através da Educação Ambiental, numa acepção que pode ser designada por CTSA.

A Ciência, em conjunto com a Tecnologia, mudou não só o ambiente em que vivemos, mas também o modo como pensamos sobre nós e como interagimos com os outros e com o mundo. Os processos envolvidos nesta nova maneira de viver implicam saber olhar inteligentemente para o que nos rodeia e, numa perspectiva de resolução de problemas, ultrapassar situações aparentemente insolúveis. Desenvolver projectos, argumentar e comunicar são contribuições importantes para o desenvolvimento dos indivíduos. Esta abordagem treina competências e procura aplicá-las, juntamente com conhecimentos científicos, a contextos reais. Nesta perspectiva, a educação em CTSA levará à possibilidade de análise do papel social da Ciência e da Tecnologia, bem como à aprendizagem social da participação pública nas decisões relacionadas com os temas tecnológicos e científicos, com impacto ao nível do ambiente. Esta abordagem contempla, para além da dimensão cognitiva, uma dimensão comportamental, procurando promover o pensamento crítico dos alunos com vista a uma preparação mais completa para o exercício da cidadania. Deste modo, torna a Ciência disponível para todos, como parte fundamental da educação em geral, ou seja, da alfabetização científica e tecnológica (Fontes & Silva, 2004; Galvão & Freire, s.d.).

As abordagens CTSA, em geral, valorizam actividades diversas, centradas nos alunos, e estimulantes de questionamento reflexivo tendo em vista a tomada de consciência da aprendizagem e seu controlo – metacognição. Questões como “O que se pretende com esta tarefa?”, “Fiz tudo o que era necessário?” ou “Consegurei explicar

isto a alguém?” podem contribuir para promover aprendizagens significativas e estimular metacognição (Pedrosa & Mateus, 2000).

Nos mais diversos ciclos de escolaridade, o conhecimento científico revela um potencial assinalável para promover articulações com outras áreas do saber. Esta abertura para outras áreas do conhecimento tem-se manifestado nas próprias tendências didáticas para o ensino das ciências, como é bem perceptível na linha CTSA, numa abordagem obrigatoriamente interdisciplinar e visando contribuir para uma compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade. Afasta-se das abordagens fragmentadas tradicionais e coloca no centro os problemas reais que preocupam a sociedade. A interdisciplinaridade fica facilitada porque é promovida no ensino das próprias ciências (Almeida, 2007). Isto é notório nos novos programas das disciplinas de ciências. Os aspectos tecnológicos, sociais, científicos e ambientais estão relacionados com os conteúdos programáticos a leccionar logo a partir do Ensino Básico, como se observa no esquema da Figura 2.1 que representa os temas programáticos comuns para as disciplinas de Ciências Naturais e de Ciências Físico-Químicas.

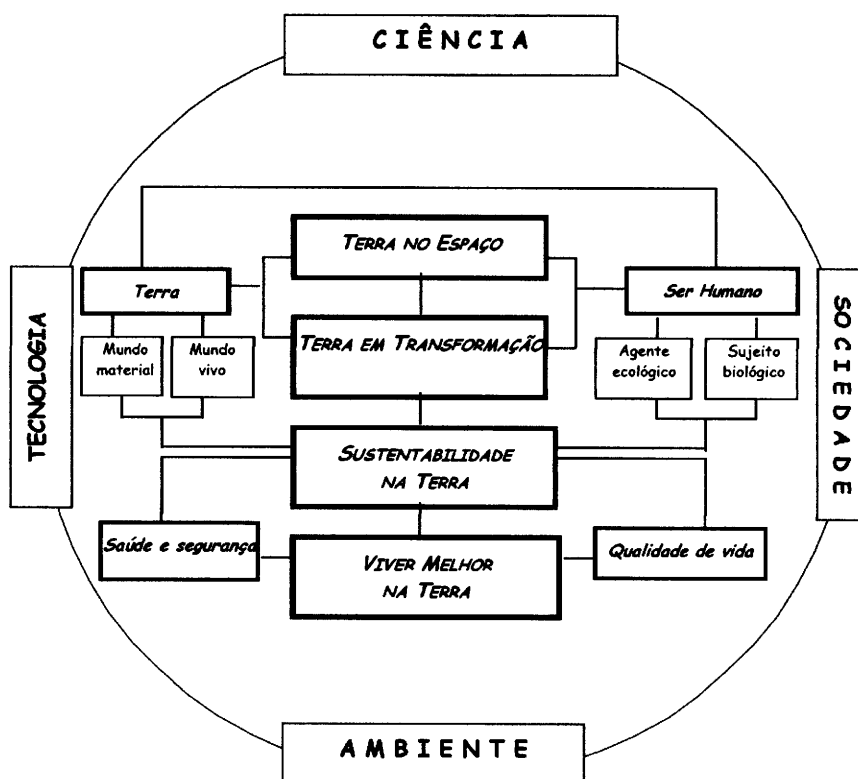


Figura 2. 1 - Mapa conceitual incluído nas orientações curriculares das Ciências Físicas e Naturais do Ensino Básico (Junho de 2001)

Contudo, não se pretende com esta referência negar a importância das articulações com outras disciplinas do currículo dos alunos, uma vez que os professores de ciências dificilmente dominam com igual profundidade conhecimentos que não são da sua formação de base.

O ensino CTSA ultrapassa uma lógica estritamente disciplinar uma vez que a diversidade de dimensões a explorar, geralmente contida nos problemas, assim o exige. Num determinado momento pode ser privilegiada uma determinada vertente, mas noutros acontecerá de forma diferente. Ou seja, cada vez mais os problemas reais necessitam da intervenção de domínios variados e complementares, pois são escassos aqueles em que uma visão meramente disciplinar basta para os interpretar e resolver.

Daqui resulta uma compreensão mais alargada dos problemas (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002, p.175).

É importante, a nível científico e técnico, distinguir a alfabetização individual e colectiva. A escola, classicamente, considera a primeira. Contudo, numa perspectiva de sociedade, a segunda pode ser a mais significativa. Na diversidade das competências de grupo, permite instaurar uma cultura de comunicação e de tomada de decisão que integre nos debates em comunidade o que tanto os especialistas cientistas quanto os diversos utilizadores têm a oferecer. Se a escola se preocupasse mais com a alfabetização científica e técnica dos indivíduos e dos grupos, ela trataria de proporcionar aos alunos a experiência de ter participado em sociedade, praticando um debate. Ter vivido, desta forma, tal experiência, confere uma competência da qual se pode preparar explicitamente a transferência para outras situações. Há, portanto, em relação à alfabetização científica e técnica, uma polarização entre duas atitudes educativas: a que promove a formação do indivíduo e reforça o seu poder, e a que visa fortificar a intervenção na comunidade. Uma não anda sem a outra, mas pode-se perguntar se ocorre com frequência que um ensinamento seja pensado com o objectivo de criar uma cultura de grupo que capacite uma comunidade para a tomada de decisões científicas e técnicas (Fourez, s.d.).

Sequeira (2004, p.201) considera como características da perspectiva CTS na educação em ciências a compreensão das ameaças ambientais à qualidade de vida, os aspectos económicos e industriais da tecnologia, a compreensão da natureza falível da Ciência, a discussão de opiniões e valores pessoais (e acção democrática), e a dimensão pluricultural. O mesmo autor considera a perspectiva da mudança conceptual como a

mais promissora na compreensão da Ciência pelos alunos mas concorda que não existe qualquer conflito entre o ensino conceptual da ciência e o ensino CTS. E propõe um modelo que integre simultaneamente os processos científicos (ênfase do modelo de inquérito), o conhecimento conceptual (ênfase do modelo da mudança conceptual) e problemas científicos e sociais (ênfase CTS).

Os obstáculos à implementação mais alargada do movimento CTS nas escolas podem ser (Martins, 2002): (1) os professores – a sua formação, concepções e crenças, e atitudes; (2) os programas – a sua lógica interna e sua articulação longitudinal e transversal; (3) e os recursos didácticos. A reestruturação da formação de professores exige modificações profundas nas instituições formadoras, muitas delas dirigidas por quem tem do ensino e da educação outra visão. O ensino das ciências de orientação CTS a nível superior seria, possivelmente, aquilo que mais impulsionaria a educação CTS nos níveis básico e secundário. O problema dos recursos didácticos não é de solução fácil nem rápida. Para além dos manuais escolares serem o recurso dominante, sucede que os seus autores são, maioritariamente, professores do mesmo nível de ensino. Ora a sua formação e concepção sobre o que é a Ciência, o que deve ser a Ciência escolar e como deve ser ensinada, condicionará os manuais construídos.



### 2.3.3 – Educação para a sustentabilidade

A génese da ideia da sustentabilidade remonta à Conferência Mundial sobre o Ambiente Humano, em 1972. Porém, durante os anos setenta, esta ideia teve abordagens fortemente ecologistas e conservacionistas, coincidindo com o momento de emergência de uma grande preocupação face a graves problemas ambientais globais. Um primeiro avanço numa definição mais precisa do que deve entender-se por desenvolvimento sustentável, pode ser directamente relacionado com o Relatório Brundtland, em 1987, que resume a ideia de utilização sistemática e a longo termo dos recursos naturais, de tal forma que embora satisfazendo as necessidades actuais se não comprometa a satisfação das necessidades das gerações futuras. Os anos noventa são anos de aperfeiçoamento do conceito de desenvolvimento sustentável/sustentabilidade e de procura de formas de compatibilização entre a exploração de recursos e o desenvolvimento económico, entre as necessidades actuais e as necessidades futuras, e entre o desenvolvimento económico e a justiça social.

A visão mecanicista do mundo implicou a convicção de que a fragmentação do conhecimento e, com ela, o parcelamento da realidade em disciplinas ou campos do saber, era essencial à aprendizagem. Esta visão que inspirou a educação durante séculos, embora continue a ser empregue para resolver problemas concretos, não consegue mais interpretar a complexidade ambiental e a sua problemática. É necessário o apoio de um novo modelo teórico, de uma nova Ciência e de uma nova ética (Pardo, 1998).

“Nós criámos formas de natureza que já não conseguimos regular e controlar, pelo que existe uma necessidade urgente de mudar para formas mais sustentáveis de

economia política que satisfaça as necessidades de todos, mas conservando os meios e as condições de produção. A educação para a sustentabilidade é uma forma de encorajar essa mudança.” É assim que John Huckle (1996) define educação para a sustentabilidade (EPS). Ele defende que a EPS ajuda as pessoas e as comunidades a examinar criticamente as tecnologias, os sistemas de produção económica, sistemas culturais de reprodução, leis e políticas, ideias e ideologias que correntemente empregam para viver com o resto da natureza. Também as ajuda a reflectir sobre e agir segundo alternativas viáveis. A EPS deve desempenhar um papel chave na prioridade que é passar do capitalismo desorganizado para uma democracia social como uma economia moral baseada na justiça social, na cidadania e na sustentabilidade.

A EPS deve trazer ao de cima as seguintes qualidades (Sterling, 1996b):

- Um sentimento de responsabilidade para com o ambiente, para com outras pessoas e para com o futuro;
- A vontade, conhecimento e capacidades para traduzir esta responsabilidade em acção, tanto na vida pessoal como pública;
- A capacidade de responder positivamente à mudança e à incerteza;
- A capacidade de perceber as ligações entre acções individuais e de grupo, acontecimentos externos e outros factores;
- Um sentimento de auto-estima combinado com o respeito pelos outros indivíduos e culturas.

A EPS pode pois ser vista como “um novo paradigma baseado num processo de educação permanente que conduz a uma informada e implicada cidadania, com competências de criativa resolução de problemas, literacia científica, tecnológica e social e um compromisso de envolvimento em acções responsáveis que ajudem a

assegurar um ambiente saudável e um futuro economicamente próspero para todos” (Fien & Maclean, Mortensen, citados em Freitas, 2001). A EPS exige a criação de um pensamento crítico interdisciplinar, sendo hoje amplamente aceite que não pode ser um suplemento ao currículo, mas antes uma perspectiva que se difunde em todas as disciplinas, criando um contexto de aprendizagem integrado e criativo.

### **2.3.4 – Tecnologias de Informação e Comunicação**

A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na sala de aula é um recurso didáctico complementar de outros recursos mais tradicionais como, por exemplo, o manual escolar. A sua utilização é particularmente adaptada para explorar aspectos como simulação e modelagem, interactividade, movimento, perspectiva tridimensional, todos eles com lugar próprio no âmbito do ensino e aprendizagem das ciências. Mais recentemente, foram surgindo outras formas de utilização do computador como os documentos hipermédia, a realidade virtual e as baseadas na Internet (Leite, 2003).

O software e outros programas interactivos podem ser usados como meio alternativo ou para substituir determinadas fases do trabalho experimental. Muitas experiências são complexas, consomem muito tempo, são dispendiosas e, por vezes, até perigosas. Os alunos deixam de ter, no espaço da aula, o tempo necessário para a análise crítica e a discussão do trabalho desenvolvido. A utilização do computador e dos vídeos interactivos permite eliminar as interferências das experiências concretas, favorecendo a especulação e a previsão por parte dos alunos, um exercício mental que estimula a

manipulação das ideias como meio de construir conhecimento (Hodson, citado em Praia, 1999). Também a utilização de sistemas informáticos de aquisição e tratamento de dados pode libertar os alunos de algumas tarefas rotineiras, mas não garante, só por si, a criação de condições para que eles possam reflectir e argumentar mais sobre a situação laboratorial em estudo (Leite, 2003).

Leite (2003) analisa a contribuição das TIC para a promoção do ensino das ciências, à luz da educação para a cidadania e competência. Esta autora considera que a Internet disponibiliza, entre outros, serviços de informação (de fácil acesso), de comunicação (como o correio electrónico e o Chat) e de aprendizagem (WebQuest, por exemplo). Através da Internet, os alunos podem pesquisar informação em qualquer parte do mundo. Contudo, pesquisar informação requer não só conhecimentos mínimos de navegação na Internet mas também capacidade de usar critérios de relevância e qualidade para seleccionar material adequado, uma vez que na Internet pode ser divulgado, por exemplo, material que ninguém aceitou publicar ou que não deveria ser divulgado. Assim, a Internet pode ser integrada nas actividades do ensino das ciências, uma vez que é algo que qualquer cidadão deveria ser capaz de fazer e que tem a ver com a competência geral relacionada com a pesquisa de informação. Para além disso, a Internet promove a competência geral relativa à comunicação em diferentes línguas, dado que muito do material disponível se encontra em línguas diferentes da portuguesa.

O correio electrónico pode servir para os alunos colocarem questões a e/ou efectuarem intercâmbio de resultados com cientistas, para trocarem com colegas os dados que vão sendo recolhidos no âmbito de um projecto, ou para se integrarem em grupos de discussão sobre um dado tema. O Chat, pelo facto de permitir a comunicação

em tempo real, é um bom recurso para elaboração de projectos conjuntos, para a discussão de temas, para o esclarecimento de dúvidas, para a realização de entrevistas a especialistas ou entidades que detêm determinado tipo de informação ou de dados, etc.

Um WebQuest é uma actividade de investigação, com vista à resolução de um problema, em que toda ou parte da informação com que o aluno interactiva está na Web. Podendo incluir diferentes tipos de tarefas, os WebQuests orientam o aluno no que respeita às fontes de informação a consultar para realizar a tarefa, de modo a evitar que ele gaste o tempo a navegar sem rumo e desenvolver mais competências semelhantes às da resolução de problemas.

A utilização das TIC constitui um suporte relevante, nomeadamente para tarefas que englobam a procura, a discussão e a partilha de saberes, incentivando a criatividade e o empenho dos alunos. Assim, a utilização das TIC no âmbito da Didáctica, sustentada a nível teórico e investigativo sobretudo pelo paradigma sócio-construtivista, preocupa-se hoje não só com a utilização da internet, mas com o sentido com que tal utilização é feita. Cachapuz, Praia & Jorge (2002, p.327), a este propósito, clarificam que:

- facilita o confronto cognitivo e suscita dúvidas, possibilitando o levantamento de questões-problema – estratégia privilegiada no ensino;
- contribui para o desenvolvimento do espírito crítico, através da selecção criteriosa dos registos da informação com vista à resolução de problemas já colocados;
- ajuda à construção de conceitos (de elevado grau de abstracção), através da modelização e ensaio de processos de visualização;
- desenvolve o espírito de grupo e o sentido de cooperação, bem como a autonomia e a tolerância dos alunos, já que a informação passa a ser um bem à disposição de todos.

### 2.3.5 – As actividades práticas

*“Usar o laboratório não é só por si melhor do que não o usar. A sua utilidade depende, acima de tudo, do modo como é usado.”*

Afonso & Leite (2000, p.203)

As actividades práticas são parte integrante de qualquer currículo de ciências pelas potencialidades que encerram para o desenvolvimento de capacidades dos alunos. Nos programas e orientações curriculares da educação básica e secundária em Portugal, o trabalho prático (TP) está amplamente recomendado. Hodson (citado em Dourado, 2001) refere existir “um certo grau de confusão e de ingenuidade na suposição de que o TP implica necessariamente trabalho de laboratório”. Assim, segundo o mesmo autor, TP, enquanto recurso didáctico à disposição do professor, inclui todas as actividades em que o aluno esteja activamente envolvido (no domínio psicomotor, cognitivo e afectivo). De acordo com esta definição, o âmbito do TP é mais alargado e inclui, entre outros, o trabalho laboratorial (TL) e o trabalho de campo (TC).

Miguéns (1999, p.77) entende o TP como actividades realizadas pelos alunos, que interactuam com materiais e equipamento, para planearem, observarem e interpretarem, na sala de aula, no laboratório ou em actividades de campo; actividades que podem envolver um certo grau de intervenção do professor e que incluem exercícios de observação, demonstrações, experimentações, experiências exploratórias e investigações.

Hodson (citado em Bonito, 2001) admite que existem outras estratégias que devem também ser consideradas actividades práticas, como o uso de meios informáticos, a realização de entrevistas, painéis, debates, colóquios, a produção de vídeos, diaporamas, a elaboração de cartazes, pesquisa de informação em artigos, jornais e internet, exposições ou trabalhos de projecto. Woolnough, Allsop & Tamir (citados em Bonito, 2001) identificaram três tipos distintos de actividades práticas: experiências (vivência dos fenómenos); exercícios (desenvolvimento de competências); e investigações (resolução de problemas). Nieda (citado em Bonito, 2001) observou que a actividade prática mais comum foi a resolução de problemas com papel e lápis, com maior incidência em Física e Química do que em Biologia e Geologia.

As actividades práticas podem ajudar a atingir as grandes finalidades da Educação em Ciência tal como são definidas por Hodson. As explorações qualitativas, as experiências em primeira mão, as oportunidades para os alunos testarem ideias, podem ajudar na aprendizagem de conceitos (*aprender Ciência*). A participação em actividades investigativas e de resolução de problemas pode contribuir para uma melhor compreensão da natureza da Ciência (*aprender acerca da Ciência*). O trabalho prático e em particular as actividades de natureza investigativa estão envolvidas na aprendizagem do *fazer Ciência*, ou seja, dos métodos e procedimentos usados pelos cientistas para investigar fenómenos e resolver problemas. Pode então dizer-se que, se concebidas de acordo com objectivos claros e precisos, as actividades práticas podem contribuir para: promover o interesse e a motivação dos alunos; desenvolver competências de trabalho prático e de laboratório; apoiar na compreensão dos conceitos e da teoria; desenvolver competências investigativas e de resolução de problemas; promover a compreensão da natureza da Ciência (Miguéns, 1999).

Almeida (1998) realça como vantagens das actividades práticas:

- ☞ permitem compreender factos e teorias científicas através de experiências concretas;
- ☞ desenvolvem e/ou ilustram a abordagem científica para resolver problemas;
- ☞ encorajam o desenvolvimento do raciocínio empírico e as capacidades de inquérito;
- ☞ desenvolvem capacidades psicomotoras e promovem a motivação gerando um interesse espontâneo;
- ☞ fornecem alguma ideia acerca do modo como se constrói a Ciência;
- ☞ desenvolvem a confiança do aluno em relação às suas capacidades, promovendo satisfação pelo cumprimento de tarefas;
- ☞ estimulam a cooperação, a tomada de decisões e o espírito de liderança.

Ruivo (citado em Bonito, 2001) apresenta dois objectivos muito gerais que suportam a maioria das actividades práticas usualmente planeadas e realizadas nas escolas: contribuir para a aprendizagem e compreensão dos conteúdos da Ciência; e desenvolver competências de processo e de inquérito científico. Bonito (2001) considera outros dois igualmente importantes: fomentar o gosto, entusiasmo e preocupação pela Ciência (questões científicas); e compreender e desenvolver relações entre os domínios de actuação do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Com a emergência do paradigma Aprendizagem por Mudança Conceptual, as actividades práticas desempenham um papel de destaque devendo proporcionar, segundo Gott & Mashiter (citados em Bonito, 2001), experiências no sentido de revelar as concepções alternativas dos alunos e, ao provocarem o confronto entre essas ideias e



os dados obtidos, conduzir à compreensão dos conceitos, ou seja, promover a mudança conceptual dos alunos.

### **2.3.5.1 – Trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental**

O trabalho laboratorial (TL) e o trabalho de campo (TC) possuem um conjunto de características referidas por Carmen (citado em Dourado, 2001) que os individualizam: a) são realizados pelos alunos, ainda que com um grau variável de participação no seu desenho e execução; b) implicam o recurso a procedimentos científicos com características diferentes (observação, formulação de hipóteses, realização de experiências, técnicas manipulativas, elaboração de conclusões, etc.) e com diferentes graus de aproximação relativamente ao nível dos alunos; c) requerem a utilização de materiais específicos, semelhantes aos usados pelos cientistas, ainda que por vezes simplificados para facilitar a sua utilização pelos alunos; d) decorrem com frequência em espaços diferentes da aula (laboratório, campo), envolvendo certos riscos, pois a manipulação de material ou a realização de saídas aumenta o perigo de acidentes.

Assim, o critério principal para assumir uma actividade como laboratorial ou de campo diz respeito ao local onde a mesma se desenvolve. O TL inclui actividades que requerem a utilização de materiais de laboratório, e que podem ser realizadas num laboratório ou mesmo numa sala de aula normal, desde que não sejam necessárias condições especiais para a sua realização. O TC é realizado ao ar livre, onde, geralmente, os acontecimentos ocorrem naturalmente (Dourado, 2001).

Os dois tipos de trabalho (TL e TC) podem ser desenvolvidos em torno de um problema global comum e as diferentes actividades preconizadas em cada um deles serem interdependentes. Assim, na preparação do trabalho de campo, para além da planificação de actividades características do campo, podem ser também perspectivadas outras cujo desenvolvimento ocorra no laboratório. Durante o desenvolvimento das actividades de campo serão recolhidos materiais e realizadas anotações sobre o que se observa, sobre as dúvidas que surjam e sobre possíveis sugestões de prosseguimento do trabalho. Seguem-se as actividades de laboratório, que poderão corresponder a ensaios complementares do trabalho de campo ou a actividades específicas que contribuam para a resolução do problema global.

O exercício de acções práticas, seja de ocupação manual ou intelectual, realizado em laboratório, com fins educativos e que requer uma preparação prévia muito cuidada, uma execução pedagogicamente fundamentada, um trabalho de aprofundamento e revisão, e uma avaliação em todo o seu significado, pode ser designado como actividade prática de laboratório (Bonito, 2001) ou trabalho laboratorial (Dourado, 2001). De acordo com Hodson (citado em Leite, 2000) as actividades laboratoriais têm a potencialidade de permitir atingir objectivos relacionados com a motivação dos alunos, a aprendizagem de conhecimento conceptual, a aprendizagem de competências e técnicas laboratoriais, a aprendizagem de metodologia científica e o desenvolvimento de atitudes científicas.

Trabalho experimental (TE) constitui outro termo que é usado de uma forma indiscriminada e que suscita interpretações diferenciadas. Como a realização de experiências não corresponde sempre à realização de trabalho experimental, torna-se

pertinente a clarificação do critério que permite classificar uma dada actividade como TE. Em Matos e Morais, consultado em Dezembro de 2007, a expressão “trabalho experimental” pode significar *experiências realizadas na escola nas quais os alunos interagem com materiais para observar e compreender o mundo*. Trabalho experimental é aquele que é baseado na experiência, no acto ou efeito de experimentar, ou no conhecimento adquirido pela prática (Santos, 2002, p.38), mas verdadeiramente experimentais são as investigações, dado envolverem os alunos desde a colocação do problema, passando pelo planeamento e execução da experiência, até ao elaborar das conclusões.

Leite (2001) considera Trabalho Experimental todas as actividades que exigem o controlo e manipulação de variáveis. Assim, apenas as experiências que cumpram com este critério são consideradas TE. Logo, as actividades experimentais podem corresponder a actividades laboratoriais, de campo ou a qualquer outro tipo de trabalho prático. Por isso, nem todo o trabalho prático se realiza no laboratório e nem todo o trabalho laboratorial é experimental.

O esquema da Figura 2.2, apresenta as relações acabadas de referir no contexto mais vasto dos recursos didácticos.

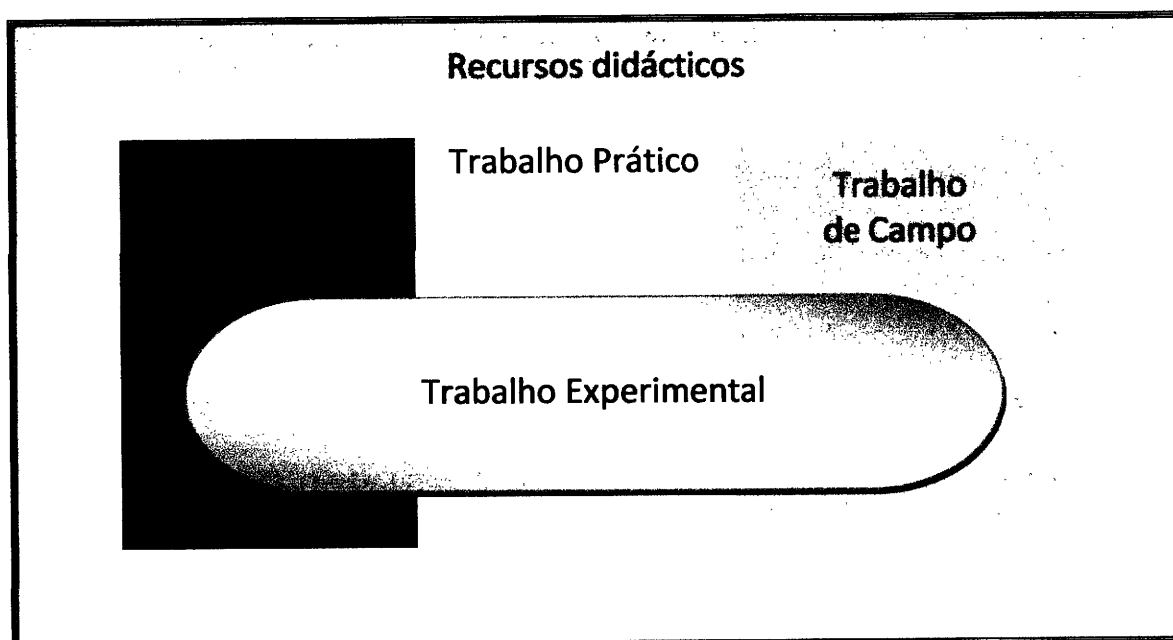


Figura 2. 2 - Relação entre Trabalho Prático, Laboratorial, Experimental e de Campo (Adaptado de Leite, 2001)

Conclui-se assim que o critério utilizado na distinção dos diferentes conceitos não é da mesma natureza, o que conduz a que, entre eles, não ocorram situações de absoluta exclusão. Assim, se TP corresponde a um "território" mais amplo que inclui todos os outros tipos de trabalho, verifica-se que relativamente ao TL, TC e TE, embora existam "territórios" específicos (definidos pelo critério distintivo), estes não são exclusivos. Deste modo, existem actividades de TL que são TE e outras que não o são; existem actividades de TC que não são TE e outras que o podem ser. Acrescente-se que no âmbito das diferentes disciplinas científicas, os conceitos de TP, TL, TC e TE podem assumir características, papéis e complexidades particulares.

### 2.3.5.2 – Actividades práticas laboratoriais

As actividades no âmbito do trabalho laboratorial (TL) devem tratar de problemas reais, problemas verdadeiros, pois motivam e envolvem mais os alunos na aprendizagem da Ciência e têm a vantagem de mostrar que a Ciência está directamente envolvida na vida das pessoas. Estas actividades não deverão ter um carácter mecânico e confirmatório, de acordo com um protocolo faseado e do tipo receituário, mas antes surgirem como uma procura de resposta a uma questão formulada permitindo a identificação de um conjunto de conceitos relevantes (Praia, 1999). São raras as investigações abertas que partem de problemas de interesse real dos alunos na Educação em Ciência, no entanto, independentemente dos alunos seguirem uma carreira na Ciência ou outra, este tipo de investigação é importante pois desenvolve-lhes competências como as de resolução de problemas, pessoais e de comunicação. Existem vantagens em trabalhar em pares ou em grupos num tema comum, dado que a interacção entre alunos pode ser muito construtiva (Santos, 2002, p.66).

Lopes (citado em Praia, 1999) considera que o insucesso desta metodologia se deve ao facto dos alunos não serem envolvidos no projecto e na planificação das investigações experimentais/laboratoriais (é o professor que o faz), o que se traduz num trabalho com pouca utilidade do ponto de vista pedagógico. Muitas vezes o conteúdo é fornecido pelo professor, deixando pouco espaço para o aluno construir o seu significado pessoal, e o trabalho laboratorial é visto como um meio de obtenção de informação ou de dados meramente factuais. E acrescenta ainda que os alunos poderão proceder a observações no sítio errado e de forma incorrecta, simplesmente porque não

possuem a teoria necessária e apropriada para a compreensão do que executam, ou podem possuir outra teoria, diferente.

No modelo clássico de ensino, o professor assume que a maior parte dos alunos não possui conhecimento científico antes de ser leccionado qualquer tema. A aprendizagem da Ciência deve proporcionar aos alunos um processo activo em que eles possam construir e reconstruir o seu próprio conhecimento face às experiências, adquirindo o TL o papel de uma estratégia de ensino de orientação construtivista. Como alternativa ao modelo clássico de ensino, em que o professor identifica o problema e elabora um plano experimental que condiciona o registo de dados, o novo modelo (Hodson, citado em Praia, 1999, p. 64) deverá incluir:

- identificar as ideias e os pontos de vista dos alunos;
- esboçar experiências para explorar tais ideias ou pontos de vista;
- oferecer estímulos para que os alunos desenvolvam e possivelmente modifiquem os seus pontos de vista;
- apoiar as iniciativas dos alunos na reconstrução do seu próprio pensamento, ideias e pontos de vista.

Bonito (2001) considera os seguintes tipos de actividades práticas de laboratório, com base no tipo de objectivos e papéis didácticos do professor e dos alunos:

- *desenvolventes de* competências, adoptadas sempre que o professor pretenda que os alunos desenvolvam competências psicomotoras;
- *ilustrativas*, com o objectivo de verificar ou comprovar um determinado conceito ou princípio já estudado ou repetir uma determinada experiência já realizada por outrem;

- *investigativas*, descoberta dirigida em que o aluno concebe e realiza uma actividade experimental para solucionar um problema;
- *resolutórias de problemas*, em que cabe aos alunos a tarefa de desenvolver métodos de investigação e de colheita de dados para um determinado problema, e ao professor a tarefa de orientar ou, simplesmente, observar, intervindo apenas se solicitado.

As actividades ilustrativas têm por base o modelo da aprendizagem por transmissão e o papel didáctico do professor é o mesmo que nas actividades desenvolvendo competências, o de fornecer ao aluno protocolos com o problema e todos os procedimentos a seguir. Já as actividades de investigação baseiam-se no modelo da aprendizagem por descoberta, em que o professor se limita a fornecer algumas indicações prévias ou indicar leituras, mas ainda assim mantém o controlo da aula, onde o grupo-turma realiza as mesmas tarefas. Nas actividades resolutórias de problemas, o professor é uma pessoa mais experiente a quem se pode recorrer para colocar questões e procurar pistas e orientações para a resolução de um determinado problema, sendo o trabalho desenvolvido pelos alunos individualmente ou em sub-grupos, cada um com os seus próprios métodos de trabalho.

Também Leite (2000) refere que a aprendizagem da metodologia científica requer a realização de actividades de resolução de problemas, utilizando o laboratório, que exigem que seja o aluno a descobrir uma forma de resolver o problema que lhe foi colocado ou que ele próprio gerou. Dos tipos de actividades apresentadas no quadro 8, as actividades Prevê-Observa-Explica-Reflecte (sem procedimento laboratorial incluído) e as investigações exigem que o aluno se comporte como um cientista em laboratório, recorrendo a conhecimentos procedimentais e conceptuais para desenhar

um procedimento laboratorial que venha a permitir resolver o problema que investiga. O

Quadro 2.3 aponta diferentes tipologias de actividades laboratoriais.

**Quadro 2.3 - Tipologias de actividades laboratoriais**

OBJECTIVO PRINCIPAL		TIPOS DE ACTIVIDADES
Técnicas e competências laboratoriais		*Exercícios
Conhecimento conceptual	Reforço de conceitos previamente apresentados	*Actividades para aquisição de sensibilidade acerca dos fenómenos *Actividades ilustrativas
	Construção de conhecimentos conceptuais novos	*Experiências orientadas para a determinação do que acontece *Investigações
	Reconstrução das concepções alternativas	*Prevê-Observa-Explica-Reflecte (com procedimento laboratorial incluído) *Prevê-Observa-Explica-Reflecte (sem procedimento laboratorial incluído)
Metodologia científica		*Investigações (resolução de problemas)

Fonte: Adaptado de Leite (2000)

Bonito (2001) realça que embora as actividades resolutórias de problemas se aproximem das actividades realizadas pelos cientistas, pode não ser possível no momento a solução de um problema, levando à desmotivação dos alunos, principalmente aqueles com menos competências de investigação científica. Assim, o contacto que o aluno estabelece com o laboratório não deverá ser restrito a um único tipo de actividade prática de laboratório.



### 2.3.5.3 – Trabalho experimental de investigação

Também os objectivos a atingir através da realização de trabalho experimental são muitos e variados mas a motivação dos alunos e o contributo para uma melhor compreensão de aspectos teóricos merecem destaque. Segundo Lopes (citado em Santos, 2002, p. 43) podem ser objectivos do trabalho experimental, entre outros: desenvolver no aluno capacidades e atitudes associadas à resolução de problemas em Ciência; familiarizar os alunos com as teorias, natureza e metodologia da Ciência e ainda a inter-relação Ciência-Tecnologia-Sociedade; revelar concepções alternativas do aluno e promover o conflito cognitivo com vista à sua mudança conceptual. Segundo o mesmo autor, o formato que permite atingir uma maior diversidade de objectivos é o trabalho experimental investigativo, em que a interacção dominante é aluno/aluno e em que o aluno tem maior participação e autonomia. Conclui-se portanto que o TE de investigação pode promover o desenvolvimento de competências não especificamente técnicas, como espírito de iniciativa, criatividade, sentido de organização, autoconfiança, capacidade de trabalho em grupo, capacidade de comunicação, entre outras, importantes para um desenvolvimento mais completo e integrado da pessoa humana.

Para Miguéns (1999, p.77), as investigações são actividades práticas de resolução de problemas, nas quais os alunos usam e desenvolvem conhecimentos a nível conceptual e procedimental, identificando um problema, planeando e desenhando um método ou estratégia, conduzindo os testes e a experimentação, registando e interpretando dados, chegando a possíveis conclusões e comunicando resultados, sob

orientação e supervisão do professor, mas com um progressivo grau de abertura e autonomia.

Todo o trabalho experimental de investigação começa com um problema ou questão, que é real para o aluno. A questão pode surgir de um tópico que está a ser estudado ou do interesse dos alunos. Depois, o aluno tem necessidade de analisar os factores relevantes, criar e considerar várias ideias e linhas de orientação, seleccionar a melhor e planear a investigação. Na execução, são efectuadas observações e são sugeridas respostas para o problema. Isto conduz à avaliação da experiência e modificação da técnica, se necessário. Os alunos são assim sujeitos a uma visão interactiva e circular do processo investigativo, mais correcta do que a da progressão linear, de uma etapa para outra, que os investigadores raramente seguem (Santos, 2002, p.48).

Almeida (2001) defende a reconceptualização do trabalho experimental como uma actividade de resolução de problemas, destacando algumas vertentes para que se possa pensar no trabalho experimental como uma situação de aprendizagem significativa. Considera importante uma teorização prévia, um debate e confrontação de ideias para a construção de um quadro teórico de referência que informará e determinará o desenho e realização do plano experimental. Por outro lado, o trabalho experimental não deve ser concebido como uma aplicação de um algoritmo de procedimentos, mas antes considerando uma multiplicidade de métodos e processos a seleccionar atendendo aos objectivos a atingir, aos conteúdos científicos em jogo, e ao contexto de aprendizagem. A autora defende ainda que ao reconhecer-se a aprendizagem como um processo simultaneamente pessoal e social, é necessário que ocorra um envolvimento

efectivo dos alunos em todas as fases de desenvolvimento da actividade e que esta actividade seja preferencialmente de natureza cooperativa, de aprendizagem centrada no trabalho de grupo, em pequenos grupos e no grupo-turma.

As investigações revelam-se oportunidades para os alunos trabalharem a partir das suas concepções, reconhecerem diferentes pontos de vista e construir novas concepções significativas e funcionais, envolvendo-se pessoalmente na construção de significados acerca do mundo físico e natural, bem como acerca das próprias investigações e dos procedimentos que escolhem para as levar a cabo (Miguéns, 1999, p.86). Tais actividades práticas contribuem ainda para o desenvolvimento pessoal social das crianças, dado que apelam ao poder de iniciativa e à tomada de decisão para ultrapassar obstáculos, e dão oportunidades únicas para o desenvolvimento de trabalho cooperativo e autónomo.

Um modelo possível de resolução de problemas é o de Barrows & Tamblyn, (Gandra, 2003, p.1166, 1167) que consiste na apresentação de um “problema real numa área em que se pretende que os alunos venham a tornar-se competentes”. São então os alunos que vão delinear e efectuar as pesquisas necessárias rumo à solução do problema, e apresentar os resultados à turma. Segundo Almeida (2001, p.65), a aplicação do modelo envolve as seguintes fases: reconhecimento do problema com o envolvimento dos alunos, transformação do problema numa forma susceptível de investigação, planificação e desenho da experimentação, execução prática da experimentação, e avaliação, que ocorre nas várias fases e que é fundamental na tomada de decisões com vista à reformulação e à identificação de novos problemas.

#### **2.3.5.4 – As Visitas de Estudo no contexto das actividades práticas**

A integração no processo ensino-aprendizagem distingue a visita de estudo de um simples passeio ou excursão. Na preparação de uma visita, devem ser definidos objectivos, normalmente a aquisição de conhecimentos, mas muitas vezes também a motivação e sensibilização para a abordagem de um tema. A visita pode ter como função concretizar e aplicar conhecimentos já adquiridos, culminando o estudo de um tema. Algumas vezes tem por função a recolha de dados e informações que esclareçam e motivem um trabalho em curso. As visitas de estudo possibilitam o desenvolvimento de várias competências e capacidades: a aquisição e aplicação de técnicas de pesquisa, recolha e tratamento de informação; o desenvolvimento de capacidades de observação e organização do trabalho, a elaboração de sínteses e relatórios; o trabalho em equipa e a comunicabilidade (Monteiro, 1995, p.171).

As aprendizagens significativas pressupõem o estabelecimento de inter-relações entre o mundo das ciências escolares e o das experiências dos alunos. A exposição dos alunos a ambientes exteriores à escola, na forma de visitas de estudo ou trabalho de campo, adequadamente planeados, cria oportunidades para aproximar experiências e vivências dos alunos. Para Hodson (citado em Almeida, 1998), qualquer estratégia de aprendizagem que exija num aluno uma atitude activa em vez de passiva, levando a aprender melhor com a experiência directa, pode ser designada por actividade prática. Assim, também as visitas de estudo ou o trabalho de campo podem ser considerados actividades práticas.

---

Os termos visita de estudo, saída de campo, visita de campo e trabalho de campo são muitas vezes considerados sinónimos, sem que o conceito em causa seja devidamente explicitado. Almeida (1998) utiliza como definição de visita de estudo *“uma viagem organizada pela escola e levada a cabo com objectivos educacionais, na qual os alunos podem observar e estudar os objectos de estudo nos seus locais funcionais”*. O conceito de trabalho de campo é entendido, normalmente, como *“algo que envolve a execução de tarefas concretas, nomeadamente a recolha de seres vivos ou amostras de rochas, o manuseamento de instrumentos vários para recolha de dados ou a cartografia de áreas limitadas”*. A definição de visita de estudo é assim mais abrangente do que a de trabalho de campo.

Bonito (2001) prefere adoptar a designação de actividades práticas de campo, definidas como o exercício de acções práticas, realizadas em meio natural. Para este autor as actividades práticas de campo requerem uma preparação prévia muito cuidada, uma execução com fundamentação pedagógica, um trabalho posterior de revisão e uma avaliação efectiva.

Como vantagem deste tipo de actividades, verificam-se ganhos ao nível dos conhecimentos científicos relacionados com o ambiente visitado, independentemente do grau de complexidade desses conceitos, registando-se ainda o desenvolvimento do pensamento crítico, motivado talvez pelo facto dos estudantes serem capazes de relacionar conhecimentos com maior facilidade. As aprendizagens cognitivas em locais fora da escola são perenes, ou seja, são recordadas por um período longo sendo ainda lembradas do ponto de vista afectivo. Também podem ser encontradas atitudes positivas

para com a Ciência enquanto corpo de conhecimentos e para com as várias disciplinas de ciências do currículo (Almeida, 1998).

Quanto aos aspectos psicológicos dos papéis assumidos pelo professor e pelo aluno, Bonito (2001), com base na revisão, considera os seguintes tipos de actividades práticas de campo:

- *tradicionais, dirigidas* ou *ilustrativas*, que servem para revelar ou reforçar os assuntos já abordados na sala de aula, em que o protagonista é o professor, sendo o papel do aluno o de espectador;
- *semi-dirigidas*, em que o aluno integra um sub-grupo de trabalho e desenvolve destrezas a partir de um guião bem estruturado e documentado, e em que o professor resolverá as eventuais dúvidas que surjam;
- *não-dirigidas* ou *investigativas*, em que o aluno é o protagonista da sua investigação, realizando as actividades de uma forma totalmente autónoma e o professor incentiva os alunos e só intervém, quando solicitado, para esclarecer dúvidas.

O mesmo autor propõe ainda as actividades práticas de campo resolutorias de problemas, nomeadamente aquelas que consideram situações problemáticas abertas, ou seja, apresentando mais de uma solução possível. O problema impõe dificuldades ao aluno, no sentido de que não se conhece à partida solução nem se sabe sequer se ela existirá, obrigando a uma investigação e possibilitando o desenvolvimento de capacidades cognitivas. Depois de estabelecido o problema, caberá aos alunos o papel de planear estratégias que delimitam a sua actuação para o solucionar. O campo surge como um local adequado para testar as hipóteses delineadas na sala de aula, podendo então surgir outros problemas. O professor averiguará o cumprimento do plano que cada

sub-grupo (3-4 elementos) estabeleceu e que terá que cumprir e, eventualmente, as várias alterações que se terão de introduzir face a novos problemas.

Alguns autores como Orange (citado em Dourado, 2006) sugerem uma utilização integrada do TC e do TL. A não integração do TC nas sequências de ensino e a sua independência das actividades laboratoriais realizadas conduzem a uma compartimentação da aprendizagem que pode oferecer ao aluno uma visão desarticulada das ciências, em especial das Ciências Naturais, as quais possuem, relativamente a outras ciências, a particularidade do “real” em estudo não ser totalmente transferível para o laboratório, mas antes ser necessário ir encontrá-lo no campo.

O trabalho posterior às actividades práticas de campo deve possibilitar que os alunos reflectam sobre todo o processo desenvolvido nas actividades. É também importante dar oportunidade aos alunos para comunicarem os seus trabalhos aos demais colegas, confrontando as próprias ideias com outras, o que permitirá alcançar objectivos educacionais transdisciplinares, essencialmente nas áreas da comunicação e expressão. Os alunos concluem assim que o conhecimento científico não resulta de uma reflexão individual mas de um esforço colectivo, cada um levando algo de novo para o comum (Bonito, 2001).

#### **2.3.5.5 – Avaliação das actividades práticas**

A avaliação das aprendizagens compreende duas modalidades: avaliação formativa e avaliação sumativa (Portaria nº1322/2007). A avaliação formativa é

contínua e sistemática e tem função diagnóstica, permitindo ao professor, ao aluno, ao encarregado de educação e a outras pessoas ou entidades legalmente autorizadas obter informação sobre o desenvolvimento das aprendizagens, com vista à definição e ao ajustamento de processos e estratégias. A avaliação sumativa consiste na formulação de um juízo globalizante sobre o grau de desenvolvimento das aprendizagens do aluno e tem como objectivos a classificação e a certificação.

A avaliação das actividades práticas não tem sido muito valorizada nos documentos orientadores do Ensino Básico e Secundário, que impõem a realização de uma avaliação sumativa externa, baseada num único tipo de instrumento de avaliação (exames escritos) que dificilmente recompensa os estudantes que adquirem a capacidade de realizar trabalho prático.

No entanto, o artigo oitavo da portaria nº1322/2007 vem ao encontro deste problema, definindo que compete ao conselho pedagógico da escola definir os critérios de avaliação para cada ano de escolaridade, sob proposta dos departamentos curriculares, contemplando obrigatoriamente critérios de avaliação da componente prática e ou experimental, de acordo com a natureza das disciplinas. E no ponto seis do artigo nono, a mesma portaria indica momentos formais de avaliação da dimensão prática ou experimental, integrados no processo de ensino-aprendizagem. No caso das disciplinas bienais de Física e Química A e de Biologia e Geologia, nas disciplinas anuais de Biologia, de Física, de Geologia e de Química, a componente prática e ou experimental tem um peso mínimo de 30 % no cálculo da classificação a atribuir em cada momento formal de avaliação.



As actividades laboratoriais podem contribuir para a consecução de objectivos muito diversos e podem também ter exigências cognitivas e psicomotoras muito diferentes para os alunos. A elas pode estar associada a aprendizagem de conhecimentos conceptuais, de conhecimentos procedimentais e/ou de metodologia científica. Pese embora a diversidade de conhecimentos passíveis de serem desenvolvidos, os conhecimentos que poderão ser avaliados dependem do tipo de actividade laboratorial implementada, ou seja, para avaliar determinados conhecimentos é necessário implementar actividades que permitam desenvolvê-los (Leite, 2000).

Assim, a avaliação tem que incidir sobre aqueles procedimentos e competências que constituem objectivos do processo de ensino-aprendizagem em ciências. Giddings, Hofstein & Lunetta (citados em Bonito, 2001, p.78) apresentam os procedimentos e competências a avaliar em quatro fases: planificação, desempenho, análise e interpretação e aplicação. A propósito do desempenho dos estudantes nas AP, estes autores identificam quatro categorias de avaliação: evidências escritas (relatórios ou testes), testes práticos, simulações audiovisuais e multimédia e observação contínua.

De acordo com DeKetele & Roegiers (citados em Leite, 2000), a informação pode ser recolhida à custa de três técnicas diferentes, que podem ser concretizadas através de um ou mais tipos de instrumentos, conforme se indica no quadro 2.4. A *análise de documentos* produzidos pelos alunos, em especial, os relatórios, constitui a técnica mais utilizada, exigindo que o aluno relate a actividade realizada, focando os aspectos característicos de um artigo de investigação. Também a técnica de *inquérito* é utilizada com frequência, estando os testes escritos vocacionados essencialmente para a avaliação de conhecimentos do domínio cognitivo. Quanto à técnica da *observação*, ela

pode concretizar-se sem qualquer instrumento formal de recolha e registo de dados, ou de uma forma mais estruturada, à custa de grelhas de observação ou de listas de verificação. As grelhas de observação orientam a atenção do observador para aspectos dos domínios cognitivo, afectivo ou psicomotor considerados importantes no contexto da actividade, enquanto a lista de verificação contém geralmente uma enumeração de aspectos que se pretende verificar se o aluno domina e/ou é capaz de executar. É particularmente adequada para avaliar o domínio de competências e de técnicas.

O Quadro 2.4 mostra algumas técnicas e instrumentos de avaliação utilizados nas actividades práticas.

**Quadro 2. 4 - Técnicas e Instrumentos de Avaliação**

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<i>Inquérito</i>	Testes escritos Questionários (de opinião e atitude) Entrevistas
<i>Observação</i>	Grelhas de observação Listas de verificação
<i>Análise de documentos</i>	Caderno de laboratório Portfolios Relatórios Fichas de auto-avaliação

Fonte: Leite (2000)

Bonito (2001, p.83) propõe para avaliação dos procedimentos o guia de inferências, um instrumento onde os alunos podem registar as observações e unir com linhas ou setas de indicação as distintas inferências que possam eventualmente surgir. Este instrumento permite avaliar a capacidade dos alunos para realizar estes procedimentos, mas também ajuda os alunos a organizarem as suas ideias no que

respeita ao método de trabalho científico. A avaliação incidirá ainda sobre a exposição verbal das actividades realizadas, essencialmente sob duas formas: um relatório escrito, que será submetido a uma grelha sistémica específica de correcção (com critérios previamente determinados de comum acordo) e uma exposição oral, das referidas actividades, aos demais colegas.

Numa dada situação de avaliação, pode recorrer-se a uma única técnica, usar-se alternadamente diferentes técnicas ou utilizar-se conjuntamente diversas técnicas (Leite, 2000). A utilização de diversas técnicas e instrumentos permite dar cumprimento a uma recomendação dos actuais programas de ciências e faz sentido na medida em que permite avaliar a globalidade do trabalho realizado pelo aluno, tirando partido do facto das vantagens de uma técnica compensarem as desvantagens de outra. Todos os elementos de avaliação ponderados permitirão avaliar, de uma maneira menos injusta e subjectiva, competências de trabalho prático, o desenvolvimento de competências cognitivas e conhecimentos do aluno.

#### **2.4 – O Ensino da Física e Química no Ensino Básico e Secundário**

As disciplinas de ciências (a Física e Química em especial) representam temas e metodologias que poderão ser naturalmente motivadores para os alunos. Muitas vezes, as actividades diárias passam-se numa sala, com os alunos sentados, fazendo pouco mais do que escutar. De vez em quando há uma mudança, os alunos entram no “laboratório” e encontram equipamento diverso, material e reagentes. Espera-se que manipulem qualquer coisa, observem, meçam e, por vezes, façam planos, investiguem e

descubram. Podem falar livremente com os colegas de grupo, o ambiente é mais descontraído, é mais fácil chamar a atenção e a ajuda do professor. Numa aula normal o ambiente é frequentemente competitivo, enquanto no “laboratório” os alunos cooperam e ajudam-se mutuamente. A natureza concreta do trabalho laboratorial ajuda os alunos a concentrarem a sua atenção na tarefa que têm em mãos; mesmo em caso de distração, a sua atenção pode ser novamente captada, com facilidade. O “laboratório” e a disciplina de Física e Química oferecem pois mais oportunidades de satisfação da curiosidade natural, de iniciativa individual, de trabalho independente e ritmo adequado e de obtenção de uma permanente retroacção dos efeitos do que está a ser realizado (Cardoso, 1993).

É importante ajudar a criar novas atitudes que ajudem os alunos a poderem compreender e a valorizar, adequadamente, o conhecimento científico para o poderem integrar no quotidiano, para compreenderem cada vez melhor o mundo que os rodeia. O trabalho laboratorial pode gerar uma atitude mais motivadora para aprender e conceptualmente mais enriquecedora (Praia, 1999).

Alguns alunos são mais persistentes do que outros e algumas tarefas parecem ser mais interessantes do que outras. Há muito tempo que os investigadores têm estado interessados em saber como o contexto da sala de aula influencia a motivação dos alunos. A principal descoberta é a de que ambientes caracterizados pelo respeito mútuo, padrões elevados e uma atitude atenta levam a uma maior persistência dos alunos do que outros ambientes (Arends, 1999).

A dimensão laboratorial é indispensável para aceder ao conhecimento dos ambientes materiais e processuais onde a investigação química se desenvolve. Por maior que seja a evolução da Química computacional e do laboratório virtual, será sempre incompleta a formação em Química daqueles que não entrarem num laboratório de Química. A manipulação em segurança, de muitas substâncias e misturas, exige equipamento próprio e local adequado. Fazer medições de grandezas, analisar uma amostra e confrontá-la com outras, purificar uma substância e realizar uma síntese simples são tarefas mínimas que a formação geral em Química deverá proporcionar a todos os alunos (Martins, 2003).

Afonso & Leite (2000, p.201), a partir da análise das descrições de aulas efectuadas por futuros professores de Física e Química, verificaram que a maioria dos futuros professores utilizariam como recurso didáctico para a abordagem do conceito de reacção química, as actividades laboratoriais. Contudo, as actividades laboratoriais que seriam realizadas nas aulas teriam, na sua grande maioria, o objectivo de confirmar/ilustrar os conhecimentos previamente apresentados, como demonstração, existindo evidências de que seria muito reduzido o envolvimento cognitivo e psicomotor dos alunos nas actividades. As actividades também não seriam utilizadas para interpretar ou explicar problemas do dia-a-dia, contextos que poderiam tornar o conceito a aprender mais significativo e útil. Muitas destas actividades também não seriam adequadas por poderem reforçar concepções alternativas dos alunos sobre o conceito em causa. Assim, as autoras do estudo reforçam a necessidade de considerar as concepções dos futuros professores na disciplina de Metodologia do ensino da Física e Química, de modo a promover a sua mudança.

O tempo e a sua gestão têm sido uma das problemáticas apontadas no âmbito da implementação do trabalho experimental. As adaptações curriculares, entretanto realizadas, (aumento da carga lectiva e aulas de 90 minutos mais uma de 135 minutos) vieram dar resposta a esta problemática, embora os docentes continuem confrontados com programas extensos, o que de algum modo pode concorrer para que seja dado maior ênfase ao conhecimento factual. Por outro lado, um laboratório com um efectivo ambiente de aprendizagem requer equipamento/material científico e específico, outra problemática frequentemente apontada. Mas para se desenvolverem as potencialidades do trabalho experimental não é condição necessária a existência de equipamento/material muito sofisticado. Existem, em muitos casos, alternativas eficientes utilizando material do quotidiano.

#### **2.4.1 – Orientações normativas**

No artigo 9º da Segunda alteração à Lei de Bases do Sistema Educativo e primeira alteração à Lei de Bases do Financiamento do Ensino Superior (Lei nº49/2005) estão definidos os objectivos do Ensino Secundário:

- a) Assegurar o desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da curiosidade científica e o aprofundamento dos elementos fundamentais de uma cultura humanística, artística, científica e técnica que constituam suporte cognitivo e metodológico apropriado para o eventual prosseguimento de estudos e para a inserção na vida activa;
- b) Facultar aos jovens conhecimentos necessários à compreensão das manifestações estéticas e culturais e possibilitar o aperfeiçoamento da sua expressão artística;

- 
- c) Fomentar a aquisição e aplicação de um saber cada vez mais aprofundado assente no estudo, na reflexão crítica, na observação e na experimentação;
  - d) Formar, a partir da realidade concreta da vida regional e nacional, e no apreço pelos valores permanentes da sociedade, em geral, e da cultura portuguesa, em particular, jovens interessados na resolução dos problemas do País e sensibilizados para os problemas da comunidade internacional;
  - e) Facultar contactos e experiências com o mundo do trabalho, fortalecendo os mecanismos de aproximação entre a escola, a vida activa e a comunidade e dinamizando a função inovadora e interventora da escola;
  - f) Favorecer a orientação e formação profissional dos jovens, através da preparação técnica e tecnológica, com vista à entrada no mundo do trabalho;
  - g) Criar hábitos de trabalho, individual e em grupo, e favorecer o desenvolvimento de atitudes de reflexão metódica, de abertura de espírito, de sensibilidade e de disponibilidade e adaptação à mudança.

O Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, rectificado pela Declaração de Rectificação n.º 44/2004, de 25 de Maio, estabelece os princípios orientadores da organização e gestão do currículo e da avaliação das aprendizagens do nível secundário de educação. O Ensino Secundário visa proporcionar formação e aprendizagens diversificadas e compreende, de acordo com o artigo 5º, números 1 e 2 do referido Decreto-Lei:

- a) Cursos científico-humanísticos, vocacionados para o prosseguimento de estudos de nível superior;
- b) Cursos tecnológicos, orientados na dupla perspectiva da inserção no mercado de trabalho e do prosseguimento de estudos, especialmente através da frequência de cursos pós-secundários de especialização tecnológica e de cursos do ensino superior;

c) Cursos artísticos especializados, vocacionados, consoante a área artística, para o prosseguimento de estudos ou orientados na dupla perspectiva da inserção no mundo do trabalho e do prosseguimento de estudos;

d) Cursos profissionais, vocacionados para a qualificação inicial dos alunos, privilegiando a sua inserção no mundo do trabalho e permitindo o prosseguimento de estudos.

O Ensino Secundário recorrente visa proporcionar uma segunda oportunidade de formação que permita conciliar a frequência de estudos com uma actividade profissional, e compreende cursos científico-humanísticos, cursos tecnológicos e cursos artísticos especializados.

O Decreto-Lei nº74/2004 aprova ainda as matrizes curriculares dos cursos científico-humanísticos e dos cursos tecnológicos, incluindo os de ensino recorrente. Os Quadros 2.5 e 2.6 destacam a carga horária semanal das disciplinas relacionadas com o ensino da Física e da Química, nos diferentes cursos que integram.

**Quadro 2. 5 - Disciplinas da componente de formação específica do Curso de Ciências e Tecnologias (curso científico-humanístico) directamente orientadas para o ensino de Física e de Química**

<b>Disciplinas</b>	<b>Ano</b>	<b>Carga horária semanal</b>
Física e Química A	10º	3 x 90 min
Física e Química A	11º	3 x 90 min
Física ou Química (ou Biologia ou Geologia) <sup>1</sup>	12º	3 x 90 min

<sup>1</sup>O aluno escolhe uma disciplina.

Fonte: Matrizes curriculares anexadas ao DL nº74/2004



**Quadro 2. 6 - Disciplinas da componente de formação científica dos Cursos Tecnológicos de Construção Civil e Edificações, de Electrotecnia e Electrónica e de Informática, directamente orientadas para o ensino de Física e de Química**

<b>Disciplinas</b>	<b>Ano</b>	<b>Carga horária semanal</b>
Física e Química B	10º	2 x 90 min
Física e Química B	11º	2 x 90 min

Fonte: Matrizes curriculares anexadas ao DL nº74/2004

Entretanto, é atribuído um reforço de carga horária a algumas disciplinas (número dois do artigo 2º do Decreto-Lei nº272/2007), incluindo as disciplinas bienais de Física e Química A e de Biologia e Geologia, bem como as disciplinas anuais de Física, Química, Biologia e Geologia, no sentido de viabilizar a componente prática e experimental destas disciplinas. Assim, é criado para todas estas disciplinas um tempo de leccionação de cento e trinta e cinco minutos, que deve ser considerado como o mínimo obrigatório dedicado a actividades de carácter prático e ou experimental a desenvolver com os alunos (número três do artigo 2º do mesmo decreto). A carga horária da disciplina de Física e Química A, está agora, de acordo com o Quadro 2.7.

**Quadro 2. 7 - Disciplinas da componente de formação específica do Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias directamente orientadas para o ensino de Física e de Química**

<b>Disciplinas</b>	<b>Ano</b>	<b>Carga horária semanal</b>
Física e Química A	10º	3,5 x 90 min
Física e Química A	11º	3,5 x 90 min
Física ou Química (ou Biologia ou Geologia) <sup>1</sup>	12º	3,5 x 90 min

<sup>1</sup>O aluno escolhe duas disciplinas.

Fonte: Matriz curricular no anexo 1.1 do DL nº272/2007

Tanto para os cursos científico-humanísticos como para os cursos tecnológicos, o despacho nº 14 026/2007 define 24 alunos como número mínimo para a sua abertura e de 10 alunos para uma disciplina de opção. O mesmo despacho autoriza o desdobramento de turmas, quando o número de alunos for superior a quinze, nas disciplinas dos ensinos básico e secundário de acordo com as seguintes condições:

☞ nas disciplinas da área de Ciências Físicas e Naturais - Ciências da Natureza, Ciências Naturais e Físico-Química, no tempo correspondente a um bloco de noventa minutos, de modo a permitir a realização de trabalho experimental;

☞ nos cursos científico-humanísticos até uma unidade lectiva semanal acrescida de um tempo de quarenta e cinco minutos quando o número de alunos da turma for superior a 15, em algumas disciplinas, onde estão incluídas a Física, a Química e a Física e Química A.

As metodologias que acompanham a elaboração dos programas disciplinares de Física e Química A do 10º e 11º anos de escolaridade, da responsabilidade do Departamento do Ensino Secundário (DES), configuram uma orientação construtivista, identificada em perspectivas defendidas para múltiplas dimensões da educação em ciências. Sem se pretender fazer uma análise exaustiva e sistemática dos programas de Física e Química A (10º e 11º anos de escolaridade), apresentam-se de seguida alguns exemplos desta orientação:

- *“É hoje cada vez mais partilhada a ideia de que a formação científica dos cidadãos em sociedades de cariz científico / tecnológico deve incluir três componentes, a saber: a educação em Ciência, a educação sobre Ciência e a educação pela Ciência”* (DES, 2001, p.4);

- *“A reflexão (...) sobre as finalidades da educação científica dos jovens levou a que cada vez mais se acentuem perspectivas mais culturais sobre o ensino das ciências. O seu objectivo é a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objectos de estudo da Ciência e da Tecnologia. Este tipo de ensino privilegia o conhecimento em acção (por oposição ao conhecimento disciplinar) e é conhecido por “ensino CTS” (Ciência-Tecnologia- Sociedade) ou “CTS-A” (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) dada a natureza ambiental dos problemas escolhidos para tratamento” (DES, 2001, p.5);*
- *“(…) a abordagem problemática tem sido a mais usada nos currículos. Nela utilizam-se grandes temas-problema da actualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos. Na construção dos programas de Física e Química A, partilha-se esta posição, defendendo-se que estes incluam (...) envolvimento activo dos alunos na busca de informação, recursos exteriores à escola (por exemplo, visitas de estudo devidamente preparadas) e temas actuais com valor social, nomeadamente problemas globais que preocupam a humanidade” (DES, 2001, p.5);*
- *“Enfatizar as relações entre as interpretações usadas na disciplina e as desenvolvidas em outros ramos do saber. Este nível de aprofundamento do programa exige que as metodologias de ensino contemplem momentos para os alunos poderem expor as suas ideias, poderem confrontá-las com as dos colegas e de outras pessoas, para serem analíticos e críticos. Os documentos de trabalho a usar durante e após as aulas deverão ser, por isso, diversificados” (DES, 2001, p.6);*

- *“Melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)”* (DES, 2001, p.7);
- *“O professor deverá assegurar, antes do início da aula laboratorial, que os alunos compreendem o objectivo da actividade de modo a que possam envolver-se na sua planificação que, após discussão e acerto, leve ao seu desenvolvimento”* (DES, 2001, p.11);
- *“(…) as actividades práticas de sala de aula ou de laboratório devem ser entendidas como vias para alcançar aprendizagens específicas e não como algo que se executa após o desenvolvimento dos temas num formato expositivo”* (DES, 2003, p.2);
- *“Em todas estas áreas conceptuais [equilíbrio químico, ácido-base, solubilidade ou oxidação-redução] têm sido identificadas muitas concepções alternativas nos alunos, largamente documentadas na literatura mas nem por isso facilmente ultrapassáveis. A utilização de contextos familiares permitirá a emergência de tais concepções alternativas, a consciencialização do aluno sobre o que pensa e porque o pensa e, posteriormente, ao professor a exploração de situações de conflito cognitivo para o aluno que promovam neste a desconstrução dessas concepções. Mas a exploração destes contextos permitirá ainda que os alunos possam alcançar a dimensão da educação pela Ciência, já que ao compreenderem melhor o planeta estarão mais preparados para agir de forma a minimizar o impacte das actividades humanas (incluindo as industriais) no ambiente, atitude indispensável ao desenvolvimento sustentado e sustentável”* (DES, 2003, p.26);
- *“Aplicar a metodologia de resolução de problemas por via experimental”* [Objectivo de aprendizagem a propósito da AL 2.2 (Actividade prático – laboratorial) “Chuva normal e chuva ácida”] (DES, 2003, p.41).

Da análise da unidade 2 da componente de Química “Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra”, da qual se adaptou o Quadro 2.8, pode verificar-se que há uma preocupação em que as actividades laboratoriais sejam desenvolvidas com carácter investigativo, todas elas partindo de questões-problema. No entanto, a AL 2.3 “Neutralização: uma reacção de ácido-base” tem um carácter mais manipulativo (realização de titulação).

**Quadro 2. 8 - Sugestões metodológicas indicadas no programa de Física e Química A, 11º ano de escolaridade, unidade 2 de Química, no âmbito de actividades práticas de investigação**

<b>Actividades prático- laboratoriais</b>	<b>Questões-problema</b>	<b>Algumas sugestões metodológicas</b>
<b>AL 2.1 – Ácido ou base: uma classificação de alguns materiais</b>	Será que o pH de uma água varia com a temperatura?	“(…) esta actividade seja desenvolvida em grupos de dois alunos. Cada grupo deverá analisar uma amostra diferente das dos restantes grupos devendo todos os resultados da turma (turno) serem registados num quadro comum.” “No final da actividade podem pôr-se algumas questões aos alunos para discussão e/ou avaliação (…)”
<b>AL 2.2 – Chuva “normal” e chuva ácida</b>	Porque é que a chuva pode ter diferente acidez? Os efeitos provocados em diferentes águas pelas chuvas ácidas serão sempre os mesmos? Será que a dissolução do dióxido de carbono na água altera o seu pH? Porque é que a água da chuva tem pH menor do que 7? Qual será o efeito da chuva ácida em águas com diferentes composições? Como investigar se um ácido é forte ou fraco conhecendo as concentrações iniciais em ácido?	“(…) os alunos deverão conduzir duas actividades que devem ser interligadas. Em ambas sugere-se a metodologia de resolução de problemas por via experimental (investigativa).” “Com a finalidade de responder à questão-problema equacionada sugere-se uma discussão, em pequeno grupo (…)” “No final ou durante a realização das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão e/ou avaliação (…)”

<p><b>AL 2.3 – Neutralização: uma reacção de ácido-base</b></p>	<p>Como neutralizar resíduos de ácidos/bases do laboratório de Química da escola? Como identificar se os resíduos são de um ácido/base forte? Como determinar a concentração inicial em ácido?</p>	<p>“(…) não se deverá exigir aos alunos a excelência no domínio da técnica, já que voltarão a ter possibilidade de a desenvolver a propósito de outras titulações. O professor poderá demonstrar a montagem e procedimento técnico (…)”</p>
<p><b>AL 2.4 Série electroquímica: o caso dos metais</b></p>	<p>Porque é que nem todos os metais devem ser utilizados como recipientes? Que metais se devem usar nas canalizações? Por que se protegem os cascos metálicos dos navios com zinco?</p>	<p>“Os alunos deverão planificar os ensaios a realizar, conjugando os pares: metal-solução. No total, cada grupo deverá realizar 12 ensaios.”</p>
<p><b>AL 2.5 – Solubilidade: solutos e solventes</b></p>	<p>Será que uma substância bastante solúvel em água pode ser menos solúvel noutro solvente? O que acontece à solubilidade em água de uma substância quando se varia a temperatura?</p>	<p>“(…) propõe-se uma abordagem do tipo experimental (com manipulação de variáveis) planificada pelos próprios alunos.” “No final das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão (…)”</p>
<p><b>AL 2.6 – Dureza da água e problemas de lavagem</b></p>	<p>Porque é que o sabão nem sempre lava bem? Porque é que em certas regiões do país a roupa e os cabelos acabados de lavar ficam ásperos? Há alguma vantagem em lavar com detergente em vez de sabão? Como amaciar uma água?</p>	<p>“Envolver os alunos num trabalho prático de natureza investigativa a fim de identificarem a água dura (…), branda e macia (…), entre três amostras de água para eles desconhecidas (…)” “No final das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão (…)”</p>

Fonte: DES, 2003

Salienta-se que na distribuição da carga horária desta disciplina se prevê o desdobramento da turma, na já referida aula de 135 minutos, para viabilizar a efectiva realização de trabalho prático pelos alunos, em espaço adequado e devidamente equipado.

## 2.4.2 – Ensino do tema da acidez

O Quadro 2.9 ilustra situações concretas de concepções alternativas/conceitos científicos relacionados com o tema da acidez.

**Quadro 2.9 - Concepções alternativas ao conceito de acidez**

Concepções frequentes	Mecanismos de elaboração	Conceitos científicos
Produtos comestíveis, como o sumo de laranja, não podem ser ácidos	Inferência baseada na impressão que todos os ácidos são produtos muito corrosivos, utilizados em laboratório ou na indústria.	Vários produtos comestíveis, como frutos, sumos e o vinagre, são ácidos.
Só os ácidos, e não as bases, podem ser substâncias corrosivas	Restrição baseada no facto de que os ácidos são as substâncias corrosivas mais conhecidas.	Algumas bases, como a soda, são muito corrosivas.
Todos os sais são cloretos de sódio	Extensão a todos os sais do conhecimento dos elementos que compõem o sal de mesa.	Existem muitos sais, como o acetato de sódio e o cloreto de sódio.
Apenas um pH de 7 é “natural”	Formação de uma categoria mental geral, a partir da água, para aquilo que é neutro e aquilo que é natural.	Encontra-se uma grande variedade de valores do pH na natureza.
Apenas o papel de tornassol pode servir de indicador do pH	Inferência baseada no conhecimento de que os indicadores de pH são produtos químicos difíceis de produzir.	O chá e o sumo de couve roxa, por exemplo, podem igualmente servir de indicadores.
O açúcar pode tornar a água condutora	Extensão baseada no facto que o sal torna a água condutora.	O açúcar não é um electrólito e não torna a água condutora.

Fonte: Adaptado de Marcel Thouin, *Noções de Cultura Científica e Tecnológica*, p.85

A aprendizagem de cada aluno e a construção do seu conhecimento é um processo activo e pessoal. Os novos conhecimentos devem integrar-se numa estrutura

cognitiva prévia para que a aprendizagem seja significativa. Nesta perspectiva, é importante o conhecimento prévio do aluno e a forma como está estruturada a sua mente. A mente do aluno é adaptativa, vai construindo e reconstruindo as ideias que possui à medida que vai vivendo as mais diversas experiências, de modo a adaptar-se a estas e atribuir-lhes significado. O contacto com a natureza através de um ambiente natural, ou se não for possível, simulado, é fundamental. É aqui que a actividade experimental tem uma missão fundamental a cumprir (Valadares, 2003).

Será impossível descrever todas as experiências que contribuem para que cada aluno desenvolva os conceitos relacionados com acidez, que se deverão iniciar numa fase precoce da infância, por exemplo, com a aprendizagem do sabor amargo/ácido e identificação dos respectivos produtos comestíveis. No Ensino Básico, o tema da acidez é desenvolvido na disciplina de Ciências Físico-Químicas, do 8ºAno. No Ensino Secundário, a unidade 2 da componente de Química “Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra”, 11ºAno, também explora este tema, com o objectivo de desenvolver a compreensão dos alunos sobre os sistemas aquosos naturais, distinguir águas próprias para vários tipos de consumo de outras, interpretar diferenças na composição de águas da chuva, de lençóis freáticos e do mar. Para que esta interpretação possa ser alcançada desenvolvem-se conceitos do domínio do ácido-base e da solubilidade, nos quais o equilíbrio químico surge como conceito subsidiário. Mas seja em que nível de escolaridade for, é fundamental que o professor procure conhecer os entendimentos dos alunos acerca dos conceitos e, a seguir, apresente-lhes desafios que os façam colocar em causa as suas concepções actuais.





## Capítulo 3

# *EDUCAÇÃO AMBIENTAL*

---



### 3 – Educação Ambiental

*“O principal elemento de esperança é o interesse crescente dos seres humanos pela defesa do planeta.”*

Reeves (2006, p.179)

Este capítulo faz referência a algumas abordagens possíveis da Educação Ambiental, apresenta a temática da poluição da água e analisa o impacto da exploração mineira e do processamento do minério, fazendo especial referência à drenagem ácida de mina associada à exploração de sulfuretos.

#### 3.1 – Conceito e abordagens

Enquanto jovem congressista, Gore (1993) conta que convidou um reputado docente que conhecia para inaugurar as primeiras sessões no Congresso sobre o tema do aquecimento global. Gore esperava que com a exposição clara dos factos pelo docente que convidara, todos os presentes no auditório ficariam chocados e, assim, levados a agir imediatamente. Porém, foi Gore quem ficou chocado *“com a reacção da parte de algumas pessoas inteligentes”* que ele pensava *“serem mais esclarecidas”*. Serve este exemplo para ilustrar o quão difícil é a tarefa de todos aqueles que pretendem fazer passar a mensagem sobre o ambiente.

O conceito de Educação Ambiental foi desenvolvido em duas conferências organizadas pela UNESCO, em colaboração com o Programa das Nações Unidas para o

Ambiente (PNUA), que se realizaram em Belgrado (1975) e Tbilissi (1977). Na primeira destas conferências foi aprovada a “Carta de Belgrado”, documento que reitera o carácter holístico dos problemas ambientais e a importância que assume o processo educativo para a respectiva compreensão e resolução (Fernandes, 1983). Neste documento, a União Internacional para a Conservação da Natureza definiu Educação Ambiental (EA) como um “processo de reconhecimento de valores e de clarificação de conceitos, graças aos quais a pessoa humana adquire as capacidades e as competências que lhe permitem abarcar e apreciar as relações de inter-dependência entre o Homem, a sua cultura e o seu meio bio-físico” (MARN, 1995, p.13).

De acordo com a segunda, em Tbilissi (UNESCO, 1977, citado em IPAMB/MA, 1994), foram considerados objectivos da Educação Ambiental:

- ☞ Desenvolver um conhecimento claro de, e preocupação sobre, interdependências económicas, sociais, políticas e ecológicas em áreas urbanas e rurais;

- ☞ Promover que todas as pessoas tenham oportunidade de adquirir conhecimentos, valores, atitudes, compromisso e as capacidades necessárias para proteger e desenvolver o ambiente;

- ☞ Criar novos padrões de comportamento de indivíduos, de grupos e da sociedade como um todo, relativamente ao ambiente.

Assim, a Educação Ambiental visa, em última instância a defesa de valores comuns, o exercício de direitos democráticos, em suma, uma afirmação de cidadania.

Segundo Evangelista (1992), a EA deve ser integrada com rapidez nos objectivos prioritários da formação do homem como “modelo integrador de toda a aquisição de conhecimentos advindos dos ensinamentos formais e não formais e da própria

vida, como força geradora dum novo humanismo capaz de conciliar três componentes até agora sempre desencontradas: o *desenvolvimento*, a que todos os povos aspiram com direito, a *identidade cultural*, matriz da sociedade, e o *ambiente* que a enquadra”.

Para Gonçalves *et al* (2007), a principal tarefa da EA é o desenvolvimento do espírito crítico, bem como a consciencialização dos problemas ambientais, procurando transformar pessoas e comunidades passivas em agentes activos, capazes de reflectir sobre a problemática ambiental e apresentar soluções para essas problemáticas.

A especificidade da EA em relação a outras formas de educação consiste no facto de que ela tem as seguintes características principais: natureza interdisciplinar, integração na comunidade, resolução dos problemas e está permanentemente dirigida para o futuro (Filho, 1989).

No que diz respeito à Educação Ambiental, podem ser consideradas duas estratégias: “instrutiva” e “construtiva” (Sterling, 1996a).

A estratégia *instrutiva* considera que a educação, a formação e a participação pública são importantes na implementação de uma política ambiental. O público e outros sectores (grupos alvo) são recipientes de uma mensagem, de um conhecimento ou da informação gerada por profissionais, que necessita de ser comunicada e percebida, primeiro para gerar conhecimento e segundo para induzir a mudança de comportamento. O motor da mudança é percebido pelos grupos alvo como sendo externo a eles. A mudança pode ser rápida mas tende a ser temporária. Esta abordagem centrada no produto também pode ser designada por educação *sobre a sustentabilidade*.

Na estratégia *construtiva*, é dada ênfase à definição da política ambiental tanto quanto possível a nível local, geralmente relacionada com as necessidades e preocupações individuais, colectivas ou económicas através da aprendizagem e do processo educativo. As pessoas estão simultaneamente envolvidas em todos os aspectos e não há uma distinção rígida entre a tomada de decisões políticas e a aprendizagem para a mudança. As pessoas sentem-se responsáveis pela mudança. A mudança pode ser mais difícil e mais lenta, mas tende a ser permanente. Esta abordagem centrada no processo também pode ser designada por *educação para a sustentabilidade*.

Ambas as abordagens podem pretender fortalecer valores, conhecimentos, informações, capacidades e normas, mas a forma de abordagem e a interpretação são diferentes, como se constata mais facilmente no Quadro 3.1.

**Quadro 3. 1 - Diferentes abordagens da Educação Ambiental**

	<i>Estratégia instrutiva</i>	<i>Estratégia construtiva</i>
<b>Finalidade</b>	Formação e Educação Ambiental Ensino	Educação para a sustentabilidade Aprendizagem Democratização
<b>Processo</b>	Tecnocrático e transmissivo Abordagem <i>top-down</i>	Participativo e transformador Abordagem <i>bottom-up</i>
<b>Resultados</b>	Resultados pré-determinados	Não definidos Em função dos participantes

Fonte: Sterling (1996a)

A EA não deve corresponder a uma mera transmissão de conteúdos, mas deve ser fundamentalmente uma educação que induza a mudança de atitudes face ao ambiente. Em acções de EA, um dos aspectos mais importantes é a motivação. Uma das melhores formas de iniciar uma acção de EA, que capte o interesse da população-alvo, é

abordar e estudar problemas locais, explorar dúvidas individuais e problemas da sua região e só depois questões mais gerais, como o aquecimento global (Gonçalves *et al*, 2007).

### 3.2 – Poluição da água

A água é essencial à vida. Faz parte das células dos organismos, sustenta ecossistemas e é indispensável à realização das actividades humanas. A água é o constituinte mais abundante do planeta e ocupa cerca de 71% da sua superfície (Dantas, 2004, p.108). Apesar disso, apenas 2,5% está disponível para o consumo humano, estando a maior parte cativa nos oceanos. A conservação deste recurso enfrenta inúmeras dificuldades. O aumento da população e da diversidade de actividades praticadas pelo Homem conduzem a um maior consumo de água, reduzindo as reservas de recursos hídricos. Os níveis crescentes de poluição diminuem a qualidade da água, contribuindo também para a redução da quantidade disponível. Por outro lado, cerca de dois terços da água não é aproveitada pelo Homem, chegando ao mar sem ter sido usada.

O ciclo hidrológico é factor determinante na quantidade de água disponível para utilização pelo Homem e a manutenção do seu equilíbrio é essencial à manutenção do equilíbrio da biosfera. Na natureza a água não constitui uma realidade estática, está em permanente movimento cíclico – **ciclo natural da água** ou **ciclo hidrológico**. Estabelece-se, assim, um sistema fechado, no qual a quantidade total se mantém praticamente constante (mas não a qualidade...). Por acção do calor solar, a água da



superfície terrestre evapora-se. Na atmosfera condensa-se formando nuvens, regressa depois, à Terra sob a forma de chuva, neve ou granizo, escoando-se para os rios e mares. Por infiltração no terreno, vai constituir reservas subterrâneas.

Contudo, nem a distribuição da humidade atmosférica é uniforme, nem a quantidade de água precipitada é igual em todos os pontos do globo, nem contínua ao longo do ano. Existem, por isso, problemas muito concretos relacionados com a possível ocorrência de défice de água disponível em diferentes locais e momentos, em função de condicionalismos locais, sazonais e temporais.

A distribuição dos recursos hídricos depende das condições climáticas e das características geológicas de uma determinada área. Em Portugal, de clima mediterrâneo com influências atlânticas de intensidade variável, os contrastes são visíveis, apesar da sua reduzida dimensão. A vegetação, a paisagem, as actividades praticadas e a disposição do povoamento reflectem em grande parte a disponibilidade dos recursos hídricos.

A água, devido às características físico-químicas que a definem não se encontra, na Natureza, no estado puro. A sua presença é indissociável de substâncias estranhas, presentes em solução e/ou em suspensão (sejam elas sólidas, líquidas ou gasosas), circunstância essa que afecta necessariamente as suas características e as suas capacidades potenciais de utilização, para os diferentes usos possíveis.

Mas a água é uma substância excepcional, pois muitas das suas propriedades físicas são diferentes ou mesmo completamente distintas das de outras substâncias que apresentam estrutura análoga. As propriedades pouco triviais da água determinam, por um lado, as características fundamentais do meio ambiente do nosso planeta, por outro, o comportamento químico da substância, em particular as suas propriedades como solvente e meio em que se realizam variadas reacções químicas, quer naturais quer artificialmente provocadas pelo Homem, no laboratório e na indústria.

A adequabilidade de uma determinada massa de água à sua utilização para determinados fins, está associada ao conceito de qualidade. A presença de substâncias estranhas pode, porém, gerar problemas de outra ordem, nomeadamente ao nível de Saúde Pública, ou limitando os seus diferentes usos económicos e/ou a criação de disfunções ambientais.

Neste contexto surge o conceito de poluição da água que, segundo Mendes & Oliveira (2004), “é a inadequação da aplicabilidade da água para algum objectivo considerado”.

As águas que existem na natureza, quer superficiais, quer subterrâneas, contêm microrganismos. Alguns desses podem ser patogénicos para o Homem, isto é, podem provocar doenças, mesmo que muitos não representem riscos para indivíduos saudáveis. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), morrem em cada ano, no mundo, cerca de 1,5 milhões de crianças (WHO, 2009) devido a diarreias resultantes de infecções associadas a água contaminada, falta de água e más condições sanitárias. Essas contaminações microbianas das águas são muitas vezes devidas aos resíduos e a

excrementos, humanos ou animais, que, não sendo sujeitos a qualquer tratamento, são lançados em más condições no ambiente. Mas a maior parte das águas naturais destinadas ao consumo humano têm muitos compostos químicos presentes, sem que tal implique uma situação de poluição, uma vez que grande parte deles são necessários, ou não prejudicam o funcionamento normal do organismo. De entre essas substâncias necessárias à vida, em quantidades adequadas, poderíamos destacar o cálcio, o sódio, o potássio, o magnésio, os bicarbonatos, os sulfatos, os cloretos ou os nitratos.

A água de lençóis subterrâneos muito profundos tem geralmente uma excelente qualidade, apresentando uma composição constante num mesmo lençol, sendo menos vulnerável à poluição que a água de camadas menos profundas. A água subterrânea, de um modo geral, não contém oxigénio dissolvido. Podem encontrar-se neste tipo de água algumas substâncias como o dióxido de carbono, ferro, manganês, amónia ou ácidos húmicos e, mais raramente, nitratos e pesticidas (em zonas onde se pratica uma actividade agro-pecuária intensiva).

A exploração mineira acarreta profundos impactes ambientais. Como envolve o uso frequente de fluidos, também a água é afectada. Em explorações ricas em sulfuretos, como a pirite, a contaminação da água da chuva origina águas ácidas, que dissolvem outros elementos, como o cobre e o zinco (Oliveira, 2009). As elevadas concentrações de metais e a acidez tornam as águas subterrâneas e superficiais muito poluídas, afectando severamente os ecossistemas, principalmente os aquáticos.

Em muitas explorações mineiras são criados reservatórios de retenção de água contaminada, semelhantes a albufeiras. Nestas lagoas pode ocorrer a deposição do

material resultante da separação do minério, e que é transportado pela água. No entanto, podem conter sólidos e água altamente tóxica e/ou corrosiva.

O fenómeno crescente da poluição leva a uma cada vez menor qualidade da água. Uma educação que promova a poupança na utilização da água e a minimização do impacto das actividades humanas na qualidade da água é a primeira medida na defesa deste recurso.

### **3.3 – Impacte ambiental da exploração mineira**

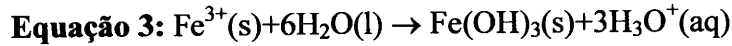
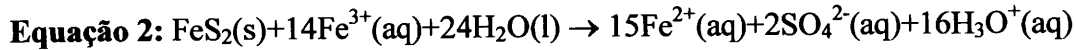
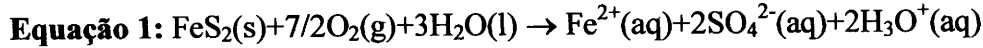
No passado, a exploração mineira foi largamente conduzida por métodos subterrâneos com instalações à superfície para britagem e processamento, e ainda para içar os trabalhadores, o minério e o equipamento. Os métodos de exploração à superfície, caracterizados por escavações a céu aberto, vieram substituir os métodos subterrâneos. Hoje, as instalações à superfície permanecem muito semelhantes, no entanto, funcionam numa muito maior escala do que no passado. Mas, quer a exploração à superfície quer a exploração subterrânea têm impactos ambientais significativos no solo, na atmosfera e nos recursos biológicos e aquáticos. Por outro lado, a necessidade de alojamento e serviços em áreas mineiras tem elevados impactos sociais (Pipkin, 2008, p.387).

Os efeitos de maior alcance da exploração mineira (subterrânea) são a subsidência do solo, o colapso por carga excessiva e a drenagem ácida de mina (DAM), ou seja, o escoamento de água ácida a partir das áreas exploradas. A DAM é geralmente

considerada o mais sério problema ambiental que a actual exploração mineira enfrenta, uma vez que a drenagem ácida pode manter-se por centenas de anos. A DAM pode resultar da exploração mineira de carvão com elevado teor de enxofre ou de sulfuretos metálicos. Em ambos os casos, a pirite ( $\text{FeS}_2$ ) e outros sulfuretos metálicos prevalecem nas paredes das minas subterrâneas e nas minas a céu aberto; nos resíduos do tamanho de grãos de areia depositados no solo, resultantes da trituração do minério e que permanecem mesmo depois de extraídos os minerais desejados; e noutros resíduos da mina (Pipkin, 2008).

O problema é importante no Alentejo e assume especial relevância na Faixa Piritosa Ibérica (FPI), pois os minérios explorados, essencialmente sulfuretos, são particularmente instáveis nas condições da superfície terrestre. De facto, rapidamente tem início a sequência de reacções que conduzem à produção de fluidos extremamente ácidos (águas ácidas) e à libertação de elementos poluentes – designadamente cobre (Cu), chumbo (Pb), antimónio (Sb), bismuto (Bi), arsénio (As), mercúrio (Hg), cádmio (Cd), selénio (Se) – os quais integram os minerais das paragénese típicas dos minérios da FPI (Mirão & Candeias, 2007)

A reacção da pirite ou de outros sulfuretos com água rica em oxigénio produz dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) que reage com água para formar ácido sulfúrico. A alteração dos sulfuretos processa-se inicialmente por hidrólise (equação 1), o que contribui para a instabilidade da pirite (equação 2). Eventualmente, o ferro precipitará sob a forma de um hidróxido (equação 3).



Todo o processo pode ser intensificado pela presença de algumas espécies de bactérias do género *Thiobacillus* que obtêm energia oxidando o ferro ou o enxofre. Do conjunto dos processos químicos e bioquímicos, resulta a produção de um fluido aquoso ácido (águas ácidas) e rico em alguns metais pesados poluentes que integravam o minério (Mirão & Candeias, 2007). A acidez da DAM não resulta apenas da concentração em ião hidrogénio ( $\text{H}^+$ ), mas também do conteúdo em ferro Fe(III) e alumínio Al(III), cuja hidrólise liberta quantidades importantes de acidez adicional e provoca o tamponamento, ou seja, a dissolução de ferro e alumínio o que leva à estabilização dos sistemas DAM em valores de pH de 2,7 e 4,5, respectivamente (Espania *et al*, 2005, p.1342).

A água (subterrânea e superficial) constitui o meio privilegiado de dispersão dos poluentes. Mas os metais pesados acabarão por integrar fases sólidas. Quando presentes no solo ou em sedimentos, podem estar associados a diferentes fracções geoquímicas: 1) na solução do solo, como iões metálicos livres ou na forma de complexos metálicos solúveis; 2) adsorvidos a constituintes inorgânicos do solo, em posições de troca catiónica; 3) ligados à matéria orgânica; 4) precipitados sob a forma de óxidos, hidróxidos e carbonatos; e 5) inseridos na estrutura dos minerais de silicato (Mirão & Candeias, 2007).

Como resultado da rápida oxidação e consequente hidrólise do ferro dissolvido, formam-se várias fases minerais de ferro fracamente cristalizadas (principalmente schwertmannite, mais jarosite e/ou goethite). A mineralogia destas fases está muito dependente do pH da água. Entre todas as fases sólidas que se formam nos sistemas DAM, a schwertmannite desempenha um papel importante: (1) no controlo da solubilidade do Fe e (2) na retenção de elementos vestigiais (arsénio - As, chumbo - Pb e cobre - Cu). A evaporação da DAM provoca a precipitação de sais de sulfatos hidratados que constituem reservatórios temporários de acidez,  $\text{SO}_4^{2-}$  e metais (España *et al*, 2005).

A maior parte do ião sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) e dos metais libertados nas áreas mineiras pelos efluentes ácidos permanecem na forma sólida. Contudo, a restante parte, dissolvida, pode representar milhares de toneladas de metais (especialmente os mais solúveis como o Mn, Zn, Cd e Cu) transferidas anualmente para os estuários e, finalmente, para o Oceano Atlântico (España *et al*, 2005).

Não é só a acidificação das águas subterrâneas e superficiais que constitui um problema. Também se verifica a aceleração da lixiviação, da libertação e da dispersão de ferro, zinco, cobre e de outros metais tóxicos para o ambiente. Tais substâncias matam a vida aquática e provocam a erosão de estruturas feitas pelo Homem como canais de cimento, pilares de pontes, tubos de esgoto e paredes de poços. (Concentrações de zinco tão baixas como 0,06 mg/L e concentrações de cobre tão baixas como 0,0015 mg/L são letais para algumas espécies de peixe.) Estima-se que entre 8 mil e 16 mil quilómetros de cursos de água nos E.U. tenham sido arruinados por drenagem ácida. O ferro oxidado devido à DAM dá uma cor de ferrugem a alguns

cursos de água poluídos. Nos locais onde a água poluída é utilizada para o gado ou na irrigação, pode diminuir o valor de produtividade dessa terra afectada. Existem tecnologias para prevenir e controlar a DAM, embora a sua aplicação seja dispendiosa (Pipkin, 2008).

As águas ácidas de mina produzidas pela oxidação dos resíduos das minas de pirite e mineralizações massivas nas minas da FPI mostram variações marcadas na hidrogeoquímica da DAM que permitem o reconhecimento de condições muito diferentes de pH, potencial electrónico, oxigénio dissolvido, taxa de oxidação de Fe(II) e conteúdo em metais de efluente para efluente. Este facto introduz dificuldades adicionais na definição de medidas correctivas nas áreas mineiras (Espanña *et al*, 2005).

De referir ainda que durante a Primavera e o Verão, a salinidade aumenta progressivamente devido à forte evaporação, levando à precipitação de sais de ferro solúveis no fundo do rio e nas áreas mineiras. No Outono verificam-se os maiores valores de condutividade eléctrica e de concentração de metais tóxicos, devido às primeiras chuvadas que provocam uma redissolução dos sais que precipitaram durante o Verão. Durante o Inverno, a diluição provocada pela água corrente superficial provoca um ligeiro aumento do pH e, ao mesmo tempo, as concentrações de sulfatos e de metais decrescem (Nieto, 2006).

A exploração mineira a **céu aberto** é a única forma prática de extracção quando o minério ocorre em muito baixa concentração perto da superfície. O processo requer a remoção de grandes quantidades de material e é devastador para a paisagem. As potencialidades da actual maquinaria disponível podem facilmente destruir, em poucos



anos, largas extensões da área explorada. A rainha da exploração mineira a céu aberto é a mina de cobre Bingham Canyon, em Utah (Estados Unidos da América), onde cerca de 3,3 bilhões de toneladas de material – sete vezes o volume movido na construção do Canal do Panamá – foram removidas desde 1906. Agora, com cerca de 800 metros de profundidade, a corta é a maior escavação humana do mundo, e as escombrelas formam literalmente montanhas (Pipkin, 2008).

As consequências ambientais da exploração a céu aberto são várias. A mina em si prejudica a paisagem e destrói as camadas superficiais de solo fértil. O aumento da superfície da rocha exposta resultante da escavação e trituração acelera a erosão e a lixiviação de metais tóxicos para o ambiente. Isto acontece especialmente com os minérios ricos em sulfuretos, porque a ganga e os resíduos da trituração são altamente susceptíveis à meteorização química. O uso de compressores, martelos pneumáticos, crivos, explosões e trânsito automóvel, associados à exploração mineira, podem gerar contaminação atmosférica, por poeiras e fumos, bem como escorrências e lixiviados, que podem afectar a qualidade do ambiente (Oliveira, 2005).

### **3.4 – O processamento do minério e seus impactos**

Para separar os metais da ganga recorre-se, frequentemente, a reagentes diversos, tais como aminas, fluoretos, cianetos, tiosulfatos, dicromatos, óleos, etc., que representam igualmente riscos ambientais e sanitários. Assim, as águas superficiais e subterrâneas das bacias vizinhas, podem sofrer situações de contaminação, por vezes muito graves, devidas à presença de resíduos, em suspensão ou em solução. O impacto

destes fenómenos sobre o ambiente pode traduzir-se na degradação da água, até um ponto que inviabilize a sua utilização (Oliveira, 2005).

Excepto para alguns minérios industriais, a escavação e a remoção da matéria-prima são apenas os primeiros passos na produção de um produto comercializável. Uma vez removido o minério, ele tem de ser processado para aumentar a sua concentração, ou seja, para originar um concentrado. O concentrado é então enviado para a fundição para ser refinado num produto material.

A concentração e a fundição são processos complexos. De acordo com Pipkin (2008), o processo de concentração requer:

1. Triturar o minério transformando-o num pó fino;
2. Classificar os materiais triturados por tamanho de partícula, fazendo-os passar através de vários dispositivos mecânicos e encaminhando essas partículas de um certo tamanho para o passo seguinte;
3. Separar os componentes desejados dos não economicamente rentáveis, por flotação, gravidade ou método químico.

### **Flotação**

O processo de separação por **flotação** é muito utilizado, especialmente para recuperar minérios ricos em sulfuretos, como sulfuretos de chumbo, de zinco e de cobre, da rocha que os contém. O processo baseia-se no princípio da “molhabilidade” das partículas minerais e tensão superficial de fluidos. Depois da trituração e concentração, a molhabilidade das partículas minerais indesejadas é aumentada tratando o minério triturado quimicamente – normalmente com hidrocarbonetos líquidos – para assegurar

que os minerais não desejados afundam. O ar é então bombeado para a lama com o minério triturado e água, formando uma espuma que junta as partículas minerais desejadas com baixa molhabilidade. A espuma, com as partículas minerais desejadas associadas, é retirada do topo do tanque de flotação e seca; isto é o concentrado. As partículas minerais não desejadas, os resíduos, vão para o fundo do tanque de flotação. São removidas e bombeadas para uma lagoa de resíduos. Embora sejam normalmente indesejáveis para o ambiente, estes resíduos são inevitáveis na exploração mineira.

### **Separação por gravidade**

O método de **separação por gravidade** é utilizado na recuperação de minérios muito densos como ouro, metais do grupo da platina, tungstênio e estanho. Através deste processo, as partículas minerais misturadas com água passam através de lavadouros instalados numa cuba. Os tanques retêm as partículas desejadas de alta densidade e a água transporta os minerais não desejados de baixa densidade, os resíduos.

### **Métodos químicos**

Para minerais cujas propriedades químicas os tornem desadequados para separação por flotação ou por gravidade, são utilizados **processos químicos**, sendo os principais a lixiviação e a cianidação. A lixiviação é muitas vezes utilizada para tratar minérios de óxido de cobre. Junta-se ácido sulfúrico ao minério britado para dissolver o cobre e produzir uma solução de sulfato de cobre. O cobre dissolvido é então recuperado colocando sucata de ferro na solução de sulfato de cobre; o cobre forma placas sobre o ferro. Os resíduos ácidos são quimicamente neutralizados tratando-os com cal. Outros potenciais contaminantes tóxicos utilizados no processamento do

minério são a amônia, o benzeno, o bromo, o cloro, compostos de cianeto, ciclohexano, etilbenzeno, glicol, éteres, hidrazina, ácido clorídrico, naftaleno, ácido nítrico, fenol, propileno, ácido sulfúrico, tioureia, tolueno e xileno.

### **Cianidação**

A **cianidação**, utilizada para recuperar ouro e prata desde 1890, faz uso da propriedade especial do cianeto dissolver ouro e prata. Uma inovação da recuperação por cianeto, a lixiviação por cianeto em minério acumulado, começou a ser largamente utilizada nos Estados Unidos nos anos 80 do século XX. Embora esta forma de lixiviação seja eficiente, é controversa para os ambientalistas porque a exploração mineira a céu aberto, as escombrelas e a acumulação dos resíduos são destrutivas para a paisagem. Para além disso, entende-se que o cianeto é perigoso para a vida selvagem e um contaminante para as águas de superfície e subterrâneas.

### **Fundição**

Historicamente, a fundição tem má reputação por provocar extensos danos ao ambiente. Os fumos sulfurosos emitidos como produtos derivados dos processos de fundição têm poluído o ar, e as substâncias tóxicas das operações de fundição têm contaminado os solos e destruído vegetação. Porque a água era necessária para o funcionamento das primeiras oficinas de fundição, elas situavam-se junto a correntes de água. A prática aceita na altura era descarregar os resíduos do processamento do minério em correntes de água ou lagoas, que normalmente comunicavam com outras correntes de água. Melhores tecnologias de fundição estão agora a eliminar estes problemas. Por exemplo, a primeira oficina de fundição Kennecott na mina de cobre de Bingham Canyon, Utah libertava 2136 kg de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) por hora para a

atmosfera. A nova oficina de fundição, concebida para satisfazer ou ultrapassar e antecipar todas as futuras normas de emissão estaduais e federais, começou a funcionar em 1995. As emissões de SO<sub>2</sub> foram reduzidas em 96%, para apenas 91 kg por hora, uma taxa menor do que a das mais modernas fundições do mundo, que funcionam no Japão (Pipkin, 2008).

## Capítulo 4

# *METODOLOGIA*

---



## 4 – METODOLOGIA

Neste capítulo é feita a descrição das opções metodológicas efectuadas no âmbito da investigação. Tratando-se de um trabalho que pretende, de alguma forma, contribuir para melhorar a qualidade das aprendizagens em Química e em particular ao nível do tema da acidez, inclui o desenho de uma intervenção didáctica a concretizar em interacção directa com os alunos, procurando relacionar os conteúdos disciplinares com problemas reais associados à sua área de vivência, segundo uma metodologia diferente da tradicional. O trabalho experimental assume-se, assim, como uma proposta metodológica para promover essa melhoria das aprendizagens.

A intervenção didáctica foi implementada com objectivos bem determinados que atrás explicitamos. Para obter informações sobre eventuais vantagens ou desvantagens do tipo de metodologia utilizada e sobre a mudança desencadeada, ou não, na atitude dos nossos alunos, face ao excessivo consumo e contaminação da água, ao ambiente em geral, à Ciência e à Física e Química; o desenho da investigação contemplou necessariamente uma etapa de recolha de dados relativos à sua avaliação.

A investigação que incidiu sobre a intervenção didáctica foi realizada com recurso a métodos próprios de investigação educacional, tendo sido utilizados instrumentos de recolha de dados que também aqui se encontram descritos, assim como a razão que levou à escolha dos mesmos.





#### 4.1 – Fundamentos metodológicos

A investigação empírica, em que se fazem observações para compreender melhor o fenómeno a estudar, é utilizada tanto nas ciências naturais como nas ciências sociais. Esta, associada posteriormente à análise estatística, confere a este tipo de investigação algum rigor e precisão característicos das ciências matemáticas e pode ser utilizada para construir explicações ou teorias mais adequadas (Hill & Hill, 2008, p.19). Ainda segundo este autor, o processo de investigação não é apenas um processo de aplicação de conhecimentos, mas também um processo de planificação e criatividade controlada. Assim, a investigação empírica compreende os seguintes aspectos:

- ☞ tem como objectivo contribuir para o conhecimento na área em que se escolheu fazer a investigação;
- ☞ precisa de escolhas em termos do tema e das hipóteses específicas a testar;
- ☞ obriga a um planeamento dos métodos de recolha de dados;
- ☞ precisa que se pense adiante para planear as análises de dados antes de se começar a parte empírica da investigação (Hill & Hill, 2008, p.20, 21).

Nos últimos anos, tem-se assistido a uma tendência cada vez maior para se optar, em Investigações na área das Ciências da Educação, por métodos de natureza qualitativa em detrimento dos métodos quantitativos. Os estudos do tipo qualitativo, apresentam, de acordo com Bogdan & Biklen (1994), as seguintes características:

- ☞ a fonte directa dos dados é o ambiente natural e o investigador é o principal agente na sua recolha;
- ☞ os dados recolhidos são essencialmente de carácter descritivo;

☞ os investigadores que utilizam metodologias qualitativas não procuram a informação para verificarem hipóteses, a análise dos dados é feita de forma indutiva;

☞ o investigador interessa-se mais pelo processo em si do que propriamente pelos resultados ou produtos resultantes da investigação;

☞ o investigador interessa-se, sobretudo, por procurar deprender o significado que os participantes conferem às suas experiências.

Já os estudos do tipo quantitativo têm como objectivo a generalização dos resultados a uma determinada população em estudo a partir da amostra, o estabelecimento de relações causa-efeito e a previsão dos fenómenos. Consistem essencialmente em encontrar relações entre variáveis, fazer descrições recorrendo ao tratamento estatístico dos dados recolhidos, testar teorias (Carmo e Ferreira, 1998, p 178). Segundo estes autores, a utilização de métodos quantitativos está essencialmente ligada à investigação experimental ou *quasi-experimental*, o que pressupõe a observação de fenómenos, o controlo de variáveis, a selecção, aleatória ou não, dos sujeitos de investigação e a verificação ou rejeição das hipóteses mediante uma recolha rigorosa de dados sujeitos a uma análise estatística e a uma utilização de modelos matemáticos para testar as hipóteses.

Segundo Stern, Kalof & Vogt, citado em Coutinho (1995, p.177), frequentemente, em experiências de aprendizagem, a variável independente é um estímulo de qualquer tipo, e a variável dependente é a resposta. Muitos dos estudos empíricos em ambientes educacionais são *quasi-experimentais* e não experimentais. A diferença mais importante entre um e outro é que, no primeiro, os grupos são seleccionados de um modo que não é aleatório.

Em síntese, pode afirmar-se que as duas abordagens (qualitativa e quantitativa) não têm o mesmo campo de acção. A primeira, corresponde a um procedimento mais intuitivo, mas ao mesmo tempo mais flexível no seu funcionamento e mais adaptável a situações imprevistas ou à evolução das hipóteses. A segunda, sendo baseada na recolha de dados essencialmente quantitativos, aos quais se aplica um tratamento estatístico, é mais rígida, mais exacta, mais fiel e mais objectiva, uma vez que a observação é feita de forma mais controlada (Bardin, 1994).

Alguns autores têm evidenciado as dificuldades resultantes da utilização numa mesma investigação dos dois métodos, no entanto, outros têm defendido que um investigador não é obrigado a optar pelo uso exclusivo de métodos quantitativos ou qualitativos. Assim, para melhor resolver um problema de pesquisa não tem que se aderir rigidamente a um dos dois paradigmas, podendo mesmo escolher-se uma combinação de atributos pertencentes a cada um deles (Reichardt & Cook, 1986, citado por Carmo & Ferreira, 1998, p.176).

Mais recentemente, parece haver um maior consenso em torno da utilização conjunta das duas metodologias. Segundo Branen (1994), a comunidade científica que se dedica à pesquisa educacional parece ter reconhecido que não tem de haver necessariamente rupturas ou conflitos entre a investigação quantitativa de natureza objectiva, estática, singular, fragmentável e convergente e a investigação qualitativa de natureza dinâmica, holística, divergente e múltipla. É evidente que existem vantagens e limitações em cada um dos paradigmas da investigação e que dados de natureza qualitativa e quantitativa podem ser recolhidos, com claras vantagens, no processo de resolução do mesmo problema.

Tendo em conta os pressupostos metodológicos apresentados e a natureza da presente investigação, optou-se pelo uso conjunto e pela complementaridade entre métodos de natureza quantitativa e de natureza qualitativa, conforme se desenvolve mais adiante.

Este projecto de investigação tem sobretudo um carácter interventivo, pelo que se procurou ter em conta informação de natureza qualitativa. Mas para que a avaliação fosse o mais completa possível, e para obter informações mais rigorosas e objectivas, foram aplicados questionários cujos dados podem ser de alguma forma quantificados e analisados com recurso a uma análise estatística.

Hill & Hill (2008) utiliza o termo «variável latente» para representar uma variável que não pode ser observada nem medida directamente mas que pode ser definida a partir de um conjunto de outras variáveis (possíveis de serem observadas ou medidas) que medem qualquer coisa em comum. Assim, uma «variável latente» é uma variável definida por um conjunto de outras variáveis que vamos designar por «variáveis componentes», porque, de certa forma, elas são parte que compõem a variável latente.

A fiabilidade de um processo de recolha de dados consiste na sua capacidade de fornecer resultados semelhantes sob condições constantes em qualquer ocasião. A validade é um conceito mais complexo, que nos diz se um método mede ou descreve o que supostamente deve medir ou descrever. Se um método não é fiável, também não é válido, mas um método fiável não é necessariamente válido porque pode dar origem a

respostas semelhantes em quaisquer ocasiões e não medir o que se pretende que meça (Bell, 2004).

Fiabilidade e validade de uma medida não são a mesma coisa e podem relacionar-se entre si. A existência de fiabilidade adequada é necessária, mas não suficiente, para garantir validade adequada. Uma medida é válida se for uma medida da variável que o investigador pretende medir, no entanto, não é correcto dizer que uma medida é «válida» ou «não válida», há diferentes graus de validade e esta pode ser de três tipos principais:

- validade de conteúdo – os itens de um questionário medem directamente os aspectos das componentes e medem indirectamente as componentes e a variável latente. Diz-se que um questionário tem validade de conteúdo adequada quando os itens formam uma amostra representativa de todos os itens disponíveis para medir os aspectos das componentes;
- validade teórica – um questionário construído para medir uma variável latente tem uma boa validade teórica se for uma medida da variável latente que o investigador pretende medir;
- validade prática – existem muitos métodos para avaliar a validade prática de um questionário construído para medir uma variável latente. Os dois métodos clássicos são o Método da validade preditiva “*Predictive validity*” que representa a validade que essa medida tem para predizer valores noutra variável e o Método da validade simultânea “*Concurrent validity*” em que os valores da variável a predizer são recolhidos ao mesmo tempo (aproximadamente) que os valores do teste (Hill & Hill, 2008, p.149 a 153).

Este tipo de investigação apresentará, de certo, alguns problemas de validade, quer interna quer externa, limitando as conclusões que se podem tirar. Ainda assim poderá trazer enormes benefícios para os alunos e contribuir para clarificar o problema em causa. Pois a validade interna de qualquer estudo quasi-experimental pode sempre ser posta em causa, visto a amostra não ser aleatória, os grupos não serem equivalentes e existirem possíveis diferenças dentro de cada grupo. Quanto à validade externa, este tipo de estudos não permite fazer generalizações, mas à partida, estas também não são o objectivo. Trata-se de um estudo que testa uma hipótese, eliminando múltiplas variáveis e pretende, acima de tudo, levantar questões pertinentes que permitam estudos futuros mais profundos e favoreçam reflexões para uma futura fundamentação teórica sobre o tema.

#### **4.2 – O plano geral da investigação**

Em qualquer projecto de investigação, e no ensino da Química em particular, assume especial importância a definição de uma questão de partida que orientará o estudo a realizar. Consiste numa questão ou questões que exprimem o que se procura saber, elucidar, compreender melhor, pelo que devem ser claras, exequíveis e pertinentes. A questão de partida condiciona todo o desenho da investigação, a selecção da informação a obter e a escolha de métodos a utilizar na sua recolha. No presente estudo condicionou, ainda, a estratégia seguida na intervenção didáctica. Neste trabalho, a questão de partida foi a seguinte:

---

*Poderão as actividades práticas, enquanto actividades de investigação a partir de um problema real, contribuir para que os alunos melhorem as suas aprendizagens nas ciências e na Física e Química em particular, e mudar a atitude face ao ambiente e ao consumo de água?*

Tendo em conta os fundamentos teóricos apresentados e os objectivos que estiveram na base da sua concepção, o presente trabalho tenta encontrar respostas para a referida questão. Deste modo, descreve a concepção, a implementação e a avaliação de uma abordagem inovadora das actividades práticas de investigação, a partir de um problema real, dirigida a alunos do 11º ano de escolaridade do Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias.

Depois de delimitados o âmbito e os objectivos da investigação, foi escolhida a amostra, isto é, o grupo de alunos que iriam participar directamente na intervenção didáctica. Esta escolha esteve, de alguma forma, condicionada, pelo número de turmas em funcionamento no Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias, pelo meio envolvente e pelos conteúdos programáticos da disciplina de Física e Química A do 11º ano de escolaridade. Assim, a escolha recaiu sobre uma turma com características muito especiais, por apresentar um elevado número de alunos repetentes nas disciplinas de Física e Química A e Matemática A (Turma A).

De modo a que fosse possível, com alguma legitimidade, fazer uma análise comparativa entre os percursos feitos por estes alunos e pelos restantes que seguiram o tipo tradicional de abordagem dos conteúdos programáticos, houve necessidade de escolher uma outra turma (turma B), como grupo de controlo. A investigação foi, então,

dirigida a dois grupos de alunos, um como grupo experimental em que foi efectuada a intervenção, e outro como grupo de controlo, para o qual a abordagem dos conteúdos decorreu da forma habitual, seguindo a metodologia tradicional.

A intervenção decorreu no período correspondente à leccionação do conteúdo alvo, no ano lectivo 2008/2009.

Do ponto de vista metodológico, esta investigação poderá considerar-se do tipo quasi-experimental com um grupo de controlo não equivalente, uma vez que a escolha dos grupos de alunos não foi feita de forma aleatória, como deverá acontecer nas investigações experimentais. Este tipo de estudo aplica-se quando é difícil ou impossível o total controlo experimental (Cook & Campbell, 1979; Carmo & Ferreira, 1998; Ryan & Hess, 1991). A ambos os grupos (grupo experimental e grupo de controlo) foram aplicados um pré-teste e um pós-teste, sendo o grupo experimental sujeito à intervenção didáctica

A descrição dos instrumentos utilizados para a caracterização inicial e após a intervenção far-se-á adiante de uma forma mais pormenorizada.



### **4.3 – O contexto da investigação**

Neste subcapítulo interessa caracterizar o tempo e o espaço em que a presente investigação decorreu. Trata-se de uma experiência única em que o contributo que possa eventualmente ser dado para melhorar o Ensino e as Aprendizagens dos alunos sobre o conteúdo em causa, a ser avaliado, poderá vir a ser generalizado para outras situações.

#### **4.3.1 – Caracterização da escola**

A informação que a seguir se apresenta, relativamente à caracterização da escola e do seu contexto foi retirada do Projecto Educativo da mesma.

A Escola Secundária de Serpa está inserida num concelho eminentemente rural, de solos pobres e marcado pelo desemprego e emigração (prolongada e sazonal) e imigração. Apresenta uma população envelhecida, com uma acelerada desertificação das zonas rurais, mas em contrapartida revela um crescente dinamismo industrial, em particular na área das indústrias agro-alimentares (pequenas empresas). Tem também diversos serviços de apoio à actividade económica (actividades comerciais, restauração e construção civil), bem como infra-estruturas desportivas e culturais de base de elevada qualidade. A população do concelho tem um elevado número de indivíduos que apenas frequentaram ou completaram uma escolaridade de 4 anos, sendo a escolaridade de nível secundário, médio ou superior ainda pouco representativa. Existem no concelho instituições de ensino de todos os níveis e graus de instrução, excepção feita ao ensino superior.

Em termos de espaço físico e serviços, a escola é constituída por seis blocos de edifícios, três campos de jogos, um pavilhão gimnodesportivo, uma oficina de reparações e um pequeno edifício onde funciona a portaria, sendo o todo enquadrado por amplos espaços exteriores, utilizados para área ajardinada, de recreio e prática de actividades desportivas. Tem vinte e quatro salas de aula normais, cinco laboratórios, duas oficinas de artes, quatro salas de informática, quatro salas de trabalho para os departamentos curriculares e quatro gabinetes afectos aos órgãos de administração e gestão e ao serviço de orientação escolar. Tem também, uma biblioteca, centro de recursos educativos, um centro de inovação e aprendizagem e inúmeras outras salas destinadas a serviços e fins específicos - serviços de administração escolar, acção social escolar, directores de turma, associação de estudantes, sala de reuniões, sala de professores, sala de pessoal não docente, sala de convívio de alunos, bufete, papelaria e reprografia. Os serviços encontram-se devidamente informatizados e utilizam software específico para as suas tarefas. Apesar da antiguidade e má qualidade da construção, o estado de conservação da escola pode ser considerado razoável. A climatização é um dos aspectos negativos mais frequentemente apontados pela população escolar associada a uma rede eléctrica desadequada para as necessidades actuais.

A população escolar é constituída por alunos oriundos de todas as freguesias do concelho, localizando-se algumas delas a mais de trinta quilómetros da cidade. São assim, alunos com experiências de escolarização diversificadas, existindo um número significativo que provém de agregados familiares com baixos níveis de escolarização. Muitos são provenientes de agregados familiares em que os pais (ou só um deles) se encontram emigrados ou imigrados. Nos últimos anos tem sido crescente o número de alunos oriundos de países estrangeiros. No que respeita ao contexto socio-profissional,

os pais distribuem-se, de modo mais ou menos equilibrado, entre os sectores primário e terciário. Muitas mães são domésticas, ou como tal se declaram, já que frequentemente preenchem o seu tempo com a prestação de serviços domésticos ou agrícolas a tempo parciais. Cerca de 30% dos alunos que actualmente frequentam a escola são originários de agregados familiares economicamente desfavorecidos.

Ao nível de parcerias e cooperação, a escola trabalha em colaboração com a comunidade local (através de estágios para alunos e desenvolvimento de projectos locais, nacionais e internacionais), com os diferentes estabelecimentos de ensino do concelho, a nível pedagógico e aposta na sua internacionalização (através da concepção e implementação de projectos pedagógicos internacionais).

O Projecto Educativo identifica como problemas mais prementes e aqueles onde a Escola poderá intervir directamente de forma a minorar os seus efeitos e impactos, os seguintes:

- a) Reduzida Qualidade das Aprendizagens;
- b) Absentismo dos Alunos;
- c) Indecisão Vocacional dos Alunos;
- d) Reduzida Cooperação entre a Escola e a Família;
- e) Insuficiente Articulação entre os Diversos Órgãos de Gestão;
- f) Pouco Compromisso e Implicação dos Diversos Intervenientes no Acto Educativo;
- g) Poucas práticas de auto-avaliação de escola;
- h) Reduzido conforto e apetrechamento das instalações.

---

Com a metodologia que se pretende implementar no âmbito deste trabalho, procuram-se também alternativas para melhorar a qualidade das aprendizagens e reduzir o absentismo dos alunos. Deste modo, pode afirmar-se que a intervenção aqui proposta se enquadra no Projecto Educativo da Escola.

#### 4.3.2 – Caracterização da disciplina

A escolha da disciplina de Física e Química A, do 11º Ano, para a implementação do estudo e concretização da intervenção foi determinada por várias razões que a seguir se apresentam:

- ☞ a experiência de leccionação da disciplina (e nível de ensino) há vários anos;
- ☞ o gosto pelo programa da disciplina, e mais precisamente pelo conteúdo alvo da intervenção;
- ☞ o gosto pela vertente experimental do ensino da Química;
- ☞ a convicção de que o trabalho experimental pode desempenhar um papel importante na formação dos jovens estudantes;
- ☞ o facto dos docentes que se encontravam a leccionar a disciplina de Biologia e Geologia se mostrarem disponíveis para colaborar na intervenção interdisciplinar;
- ☞ a constatação de que a disciplina de Física e Química A tem apresentado nestes últimos anos uma taxa de sucesso muito reduzido;
- ☞ o elevado número de alunos a escolher o Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias e a disciplina de Física e Química A;
- ☞ o facto de se tratar de uma disciplina da formação específica do curso.

A disciplina de Física e Química A é uma das três disciplinas do tronco comum da componente de Formação Específica do Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário. Dá continuidade à disciplina de Ciências Físico-Químicas, do 3º Ciclo do Ensino Básico. Representa, por isso, uma via para os alunos aprofundarem conhecimentos relativos à Física e à Química, duas áreas estruturantes do conhecimento nas ciências experimentais. É uma disciplina bienal (leccionada nos 10º e 11º anos de escolaridade), com 3,5 blocos por semana, de 90 minutos cada um, representando cerca de 20% da carga horária de cada um dos anos (DES, 2001, p.5 e Decreto-Lei n.º 272/2007).

As componentes de Física e de Química são leccionadas com extensão aproximadamente igual, ou seja, cada uma delas acaba por corresponder a um semestre do ano lectivo.

A disciplina de Física e Química A está organizada em três sessões, duas de 90 minutos cada, e uma de 135 minutos, sendo esta sessão exclusivamente de carácter prático-laboratorial, com a turma dividida em turnos, cada um com o máximo de 12 alunos. Com vista a conseguir igualar a situação dos alunos da mesma turma no que respeita às aulas prático-laboratoriais, os turnos funcionam no mesmo dia da semana, articulados com o desdobramento equivalente para a disciplina de Biologia e Geologia (DES, 2001, p.5).

É fundamental que o currículo assuma frontalmente o dever que lhe assiste de contribuir para um nível cultural mais elevado e para o aumento da literacia científica dos alunos que frequentam a escola. Razões desta natureza levam a assumir como

pressuposto para a concretização do programa, o carácter prático-laboratorial de mais de um terço dos tempos lectivos, onde os alunos trabalhem individualmente e/ou em pequeno grupo, acompanhados pelo professor (DES, 2001, p.5).

De acordo com o programa da disciplina (**Anexo I**), a componente de Química dos 10º e 11º anos procura constituir-se como um caminho para que os alunos possam alcançar um modo de interpretação do mundo que os rodeia naquilo que o constitui hoje, no quanto e como se afasta do que foi no passado e de possíveis cenários de evolução futura. Procurar-se-á também confrontar explicações aceites em diferentes épocas como forma de evidenciar o carácter dinâmico da Ciência, assente mais em reformulações e ajustes do que em rupturas paradigmáticas (DES, 2003, p.2).

Ao longo de toda a Unidade dois de Química do 11º Ano “Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para Terra”, a dimensão social do conhecimento está presente ao discutir-se as assimetrias na distribuição e na qualidade da água, ao interpretar-se quanto esta qualidade depende do uso de alguns artefactos tecnológicos (em última instância do Homem) e ao incentivar a necessidade de acções individuais e colectivas que não agravem a situação, já que invertê-la é praticamente impossível (DES, 2003, p.2).

As actividades práticas de sala de aula ou de laboratório devem ser entendidas como vias para alcançar aprendizagens específicas e não como algo que se executa após o desenvolvimento dos temas num formato expositivo. O êxito das tarefas na sala de aula, ou fora, depende do trabalho prévio e da reflexão posterior com vista à consolidação de aprendizagens, esperando-se que os alunos consigam ir mais fundo no

tratamento das situações-problema e sejam mais céleres nos ritmos de aprendizagem (DES, 2003, p.2).

O programa aponta para que muitos dos saberes implícitos nos objectivos de aprendizagem listados possam e devam ser trabalhados em contexto de actividades práticas.

No que diz respeito à segunda Unidade Didáctica, “Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra”, as diferentes componentes **C**, **T**, **S** e **A**, estão claramente presentes em torno do tema central: **Águas na Terra**.

☞ A componente **C (Ciência)**, constituída por vários conceitos, leis e teorias, diz genericamente respeito aos casos particulares do equilíbrio químico que são as reacções ácido-base, de oxidação-redução e de solubilidade. Como das reacções ácido-base resultam sais, surge a necessidade de rever a ligação química, desta vez, usando o modelo da ligação iónica. Aproveita-se também para rever e reforçar conhecimentos relativos à nomenclatura de sais;

☞ A componente **T (Tecnologia)** prende-se essencialmente com os processos de gaseificação artificial das águas, com a dessalinização das águas do mar para obtenção de água potável e com os procedimentos para diminuir a dureza das águas calcárias;

☞ A componente **S (Sociedade)** está principalmente vinculada aos problemas de abundância e escassez de água no mundo e ao desenvolvimento dos encontros (cimeiras) a nível mundial sobre esta distribuição assimétrica e causadora de muitos

---

conflitos e dos piores problemas de saúde à escala mundial. Também as directivas comunitárias e a legislação portuguesa respeitante ao que se considera água potável, através dos valores VMR (valor máximo recomendável) e VMA (valor máximo admissível) de alguns componentes da água, são objecto de estudo;

☞ A componente **A (Ambiente)** está relacionada com os problemas causados pelas chuvas ácidas sobre o património natural e edificado, provocados pelas excessivas emissões de  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_x$  e com os problemas de contaminação das águas (Simões, 2008, p. 61).

#### **4.3.3 – Caracterização da amostra (turma alvo da intervenção)**

As informações que a seguir se indicam relativamente à caracterização da turma foram obtidas através da análise de um questionário elaborado para o efeito (Ficha Biográfica – **Anexo III**) e que foi aplicado à turma. Também foram tidas em conta as actas das reuniões dos Conselhos de Turma. A turma alvo do estudo, do 11º Ano de escolaridade, ano lectivo 2008/2009, foi constituída (em termos de horários) de forma a permitir a frequência de alunos que estão actualmente a frequentar o 11º Ano de Física e Química A e/ou o 11º Ano de Matemática A e em simultâneo o 12º Ano. Dadas as características da amostra em estudo tornou-se difícil a utilização de dados cedidos pelos Directores de Turma, uma vez que se trata de um grupo de alunos pertencentes simultaneamente a mais do que uma turma. É pois uma turma com características muito especiais, com um elevado número de alunos repetentes nas disciplinas de Física e Química A e Matemática A. Nestas duas disciplinas, a turma encontra-se dividida em



duas partes, sendo cada uma leccionada por diferentes professores. Assim, nos quadros, gráficos e informações seguintes, **A1**, refere-se à primeira parte da turma e **A2**, refere-se à segunda parte.

A turma é constituída por **39 alunos**, dos quais 20 pertencem a A1 e 19 a A2. Em A1 existem 8 rapazes e 12 raparigas e em A2 existem 8 rapazes e 11 raparigas, num total de 16 rapazes e 23 raparigas. O gráfico da Figura 4.1 representa a distribuição dos alunos da turma por género.

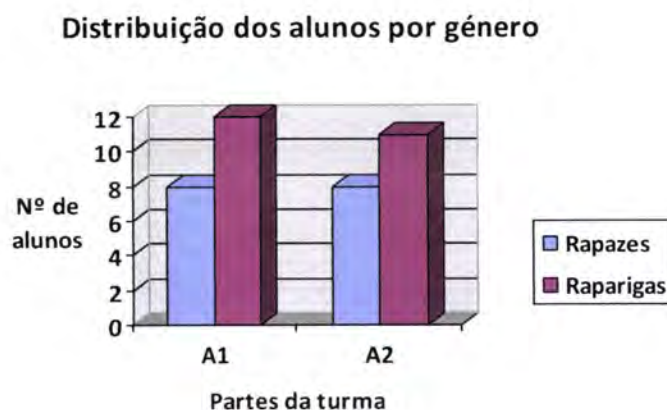


Figura 4. 1- Distribuição dos alunos da turma por género

As **idades** variam entre os 16 e os 19 anos em A1 e entre os 16 e os 21 anos em A2, sendo a média de idades de 17,1 anos, na primeira parte e de 17,5 anos na segunda parte da turma.

Quanto à **proveniência**, representada no Quadro 4.1, pode ver-se que o número de alunos oriundos da cidade é ligeiramente superior ao número de alunos que têm de ser transportados todos os dias a partir das freguesias fora da cidade (em alguns casos o

tempo de transporte chega a ser superior a 50 minutos). A parte A2 da turma tem um número superior de alunos que são da cidade, enquanto na parte A1 a maioria dos alunos reside fora da cidade.

Quadro 4.1 – Proveniência dos alunos

Cidade			Freguesias em redor		
A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2
8	13	21	12	6	18

O gráfico da Figura 4.2 representa o número de alunos oriundos da cidade e das freguesias envolventes.

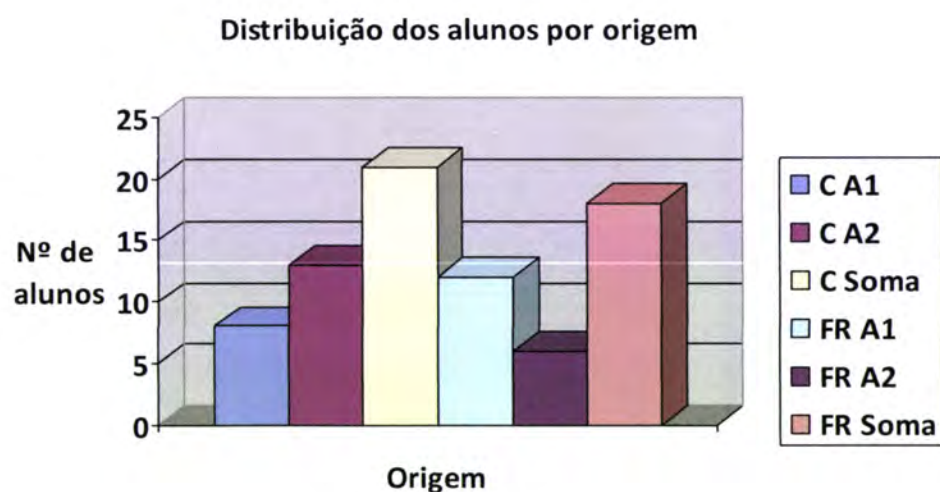


Figura 4.2 - Distribuição de alunos em função da sua origem

Em termos da **escolaridade dos pais**, representada nos Quadros 4.2 e 4.3, pode ver-se que um número reduzido de pais e mães têm habilitação superior ao nono ano,

em comparação com o número de pais que têm habilitação igual ou inferior ao nono ano. É maior o número de mães com habilitação superior ao nono ano de escolaridade, por comparação com os pais.

Quadro 4. 2 - Escolaridade dos pais

Pai					
$\leq 9^{\text{o}}\text{ano}$			$> 9^{\text{o}}\text{ano}$		
A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2
16	11	27	3	5	8

As Figuras 4.3 e 4.4 mostram a representação gráfica da escolaridade dos pais dos alunos.

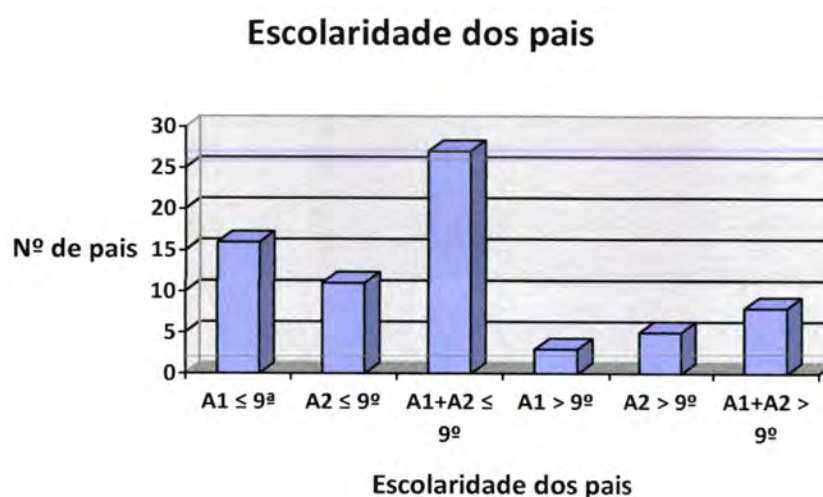


Figura 4. 3 - Escolaridade dos pais

Quadro 4.3 - Escolaridade das mães

Mãe					
≤ 9ºano			> 9ºano		
A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2
14	11	25	5	7	12

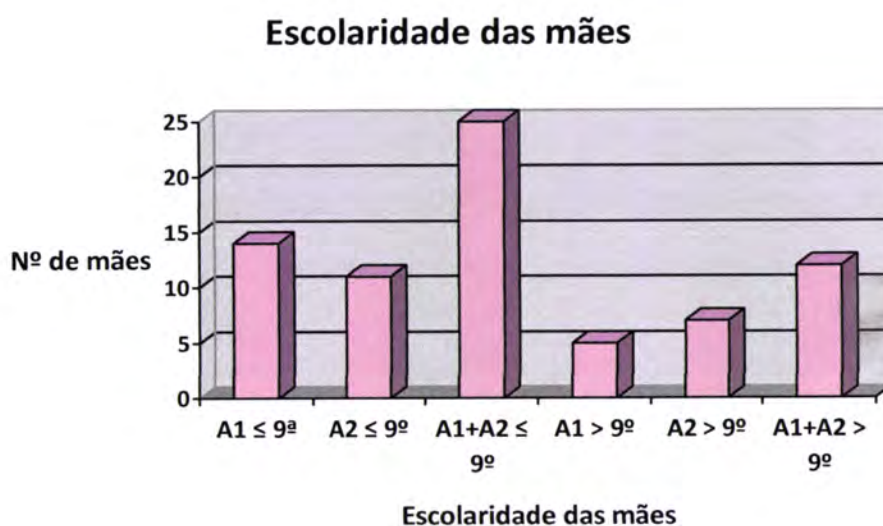


Figura 4.4 - Escolaridade das mães

Tanto para os pais como para as mães, as **profissões** mais comuns enquadram-se na área dos serviços (comerciante, empregado/a, etc.). Todos os licenciados exercem profissões de acordo com a sua habilitação. Dos sete pais incluídos em “outras”, um é referido como “trabalhador rural”, três são desempregados e os outros três estão aposentados. Das cinco mães incluídas em “outras”, três são referidas como “estudantes” (as outras duas como “trabalhadoras rurais”). Os Quadros 4.4 e 4.5 traduzem a distribuição por profissão dos pais dos alunos.



Quadro 4. 4 - Profissão do pai

Serviços			Construção civil			Profissões dependentes de licenciatura			Outras		
A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2
9	7	16	2	6	8	2	2	4	6	1	7

Quadro 4. 5 - Profissão da mãe

Serviços			“domésticas”			Profissões dependentes de licenciatura			Outras		
A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2
8	11	19	4	2	6	4	5	9	4	1	5

Quanto à **situação escolar** dos alunos existe um maior número de repetentes na parte A2 da turma do que na parte A1. Poucos são os que apresentam repetências em anos anteriores, sendo o 8º e o 10º anos de escolaridade os anos em que tal aconteceu. Contabilizando o número de alunos do 11º Ano de escolaridade repetentes como o número de alunos que apresentam a disciplina de Física e Química A em atraso (ou seja, alunos que já frequentam o 12º ano de escolaridade, mas não obtiveram aproveitamento nesta disciplina), verifica-se um maior número de alunos a repetir esta disciplina na parte A2 da turma do que na parte A1. O Quadro 4.6 mostra o número de alunos repetentes no 11º Ano, com repetências em anos anteriores e com disciplinas em atraso.

Quadro 4.6 - Alunos com repetências e disciplinas em atraso

Situação escolar	Sim			Não		
	A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2
4.1. És repetente?	1	8	9	19	11	30
4.2. Tens repetências em anos anteriores?	3	3	6	17	16	33
4.3. Tens disciplinas em atraso?	7	5	12	13	14	27

Nas Figuras 4.5, 4.6 e 4.7 encontram-se as representações gráficas do número de alunos repetentes no 11<sup>o</sup> ano, com repetências em anos lectivos anteriores e com disciplinas em atraso.

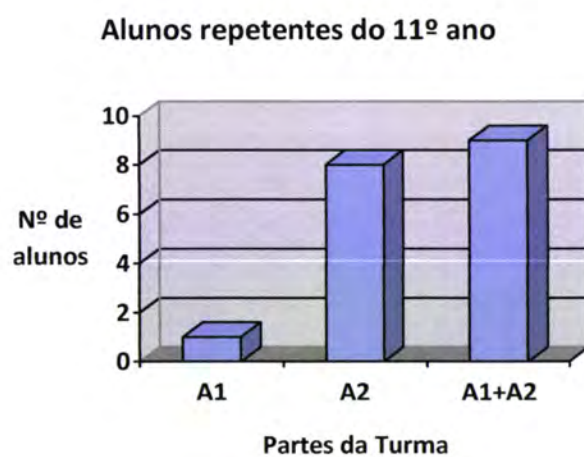


Figura 4.5 - Número de alunos repetentes em cada uma das partes da turma

### Alunos com repetências em anos anteriores

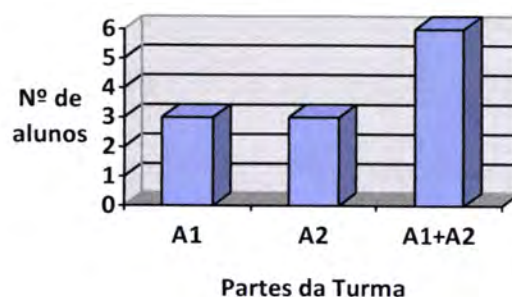


Figura 4. 6 - Número de alunos com repetências em anos anteriores em cada uma das partes da turma

### Alunos com disciplinas em atraso

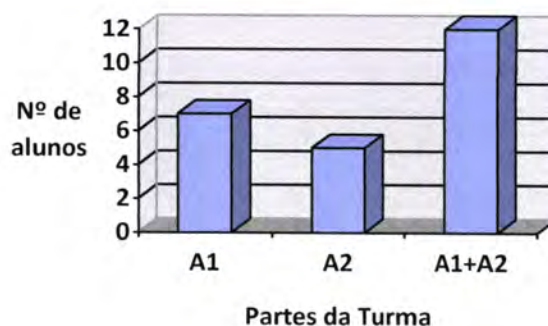


Figura 4. 7 - Número de alunos com disciplinas em atraso

Um número semelhante de alunos na parte A1 da turma (17) e na parte A2 (16) tem como **expectativas para o futuro** atingir a licenciatura. São pontuais as situações em que as expectativas se limitam ao 12º ano de escolaridade.

Quanto aos **interesses** demonstrados pelos alunos, os dados apresentados no Quadro 4.7 mostram que são mais aqueles que referem gostar da escola do que aqueles que revelam não gostar, e muitos preferem os intervalos às aulas. Portanto, parece que os alunos gostam da escola pelos intervalos ... E dos nove que referem não gostar de frequentar a escola, oito preferem os intervalos às aulas. As disciplinas de formação específica são claramente preferidas relativamente às de formação geral em ambas as partes da turma. Já a leitura não é uma preferência da maior parte dos alunos.

**Quadro 4. 7 - Interesses demonstrados pelos alunos**

Interesses dos alunos	Sim			Não		
	A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2
6.1. Gostas de frequentar a escola?	18	12	30	2	7	9
6.2. Gostas mais dos intervalos do que das aulas?	16	9	25	4	10	14
6.3. Gostas mais das disciplinas de formação específica do que das de formação geral?	16	16	32	4	3	7
6.4. Gostas mais de ler do que praticar uma actividade desportiva?	3	2	5	17	15	32

No que diz respeito à participação dos alunos em actividades escolares, e que se encontram representadas no Quadro 4.8, estes revelam já ter participado anteriormente em pelo menos uma visita de estudo por ano escolar e todos já realizaram actividades laboratoriais em Física e Química A. A disciplina de Ciências Naturais parece ser



aquela onde ocorrem menos actividades laboratoriais, mas o resultado poderá também estar relacionado com o facto de se tratar de uma disciplina de anos lectivos anteriores, e que os alunos eventualmente não se lembram ou não associam a actividades laboratoriais.

**Quadro 4. 8 - Participação dos alunos em actividades escolares**

Participação dos alunos em Actividades escolares	Sim			Não		
	A1	A2	A1+A2	A1	A2	A1+A2
7.1. Participaste em pelo menos uma visita de estudo por ano escolar em cada um dos anos lectivos anteriores?	19	18	37	1	1	2
7.2. Em anos lectivos anteriores, realizaste actividades laboratoriais:						
7.2.1 em Ciências Naturais	15	10	25	5	7	12
7.2.2 em Ciências Físico-Químicas	17	15	32	2	2	4
7.2.3 em Biologia e Geologia	20	18	38	0	1	1
7.2.4 em Física e Química A	20	19	39	0	0	0

#### **4.4 – A recolha da informação**

A recolha de dados foi suportada por diversos instrumentos elaborados e aplicados para o efeito. Tendo em atenção a complexidade do fenómeno educativo, conjugaram-se procedimentos metodológicos de tipo qualitativo e quantitativo. A recolha de informação através de material documental e a análise das perguntas abertas dos questionários (análise de conteúdo) foram os procedimentos de tipo qualitativo. A análise de tipo quantitativo decorreu da aplicação dos questionários de opinião e dos testes de conhecimentos.

##### **4.4.1 – A estratégia seguida**

Para concretizar os objectivos propostos, envolveram-se neste estudo dois pares de turmas, um do Ensino Secundário e outro do Ensino Básico. No Ensino Secundário, uma das turmas funcionou de grupo de controlo, em que foi seguida uma abordagem do tipo tradicional, e na outra (a única a cargo da investigadora) que constituiu o grupo experimental procurou-se implementar uma abordagem inovadora. O questionário de atitudes (Questionário - Q1) e o teste de conhecimentos (Questionário - Q2) foram aplicados em ambas as turmas do Ensino Secundário, antes e depois da intervenção no grupo experimental.

Às duas turmas do Ensino Básico foi aplicado apenas o questionário de atitudes (Q1), e num único momento, permitindo uma comparação com as duas turmas do

---

Ensino Secundário relativamente às atitudes face ao **consumo de água, à Ciência, ao ambiente e ao ensino da disciplina de Ciências Físico-Químicas.**

Os instrumentos foram aplicados em simultâneo, em cada turma do Ensino Secundário, pelo respectivo docente da disciplina de Física e Química A, seguindo instruções da investigadora, nomeadamente para que não fosse dada nenhuma outra indicação para além das que constam no cabeçalho. A recolha da informação foi feita em dois momentos distintos:

- 24 de Abril de 2009, antes da intervenção didáctica, nas turmas do 11º Ano;
- 5 de Junho de 2009, depois da intervenção didáctica, nas turmas de 11º Ano;

Nas turmas do 8º Ano, o Questionário Q1 foi aplicado em 15 de Maio de 2009.

A investigadora participou directamente na intervenção, sendo, deste modo, parte integrante do estudo. Importa, assim, salvaguardar a impossibilidade de controlar completamente essa variável que é a influência do professor em toda a realidade educativa. No caso particular deste estudo, a participação em simultâneo como professora e como investigadora pode constituir um problema a considerar, porque a variável professor tem, sem dúvida, importância na situação real de aula, mas poderá também trazer alguns benefícios em termos de registo dos comportamentos nos momentos em que eles se produzem e de fornecer informação sobre o desenrolar das situações concretas de aprendizagem.

#### 4.4.2 – Os instrumentos utilizados

Os instrumentos utilizados foram concebidos especificamente para o efeito e serão descritos pormenorizadamente neste sub-capítulo.

##### 4.4.2.1 – Ficha Biográfica

No início do ano lectivo, foi aplicada à turma alvo da intervenção e teve como finalidade avaliar *Variáveis sócio-demográficas*. Foram consideradas a idade, o género e o ano de escolaridade, tendo em atenção que todos os sujeitos da amostra são da mesma área geográfica. Serviu também para fazer uma caracterização do agregado familiar dos alunos, da sua situação escolar, expectativas para o futuro, interesses e actividades escolares em que tenha participado.

##### 4.4.2.2 – Questionário de atitudes (Q1)

Este questionário teve por objectivo medir **atitudes** relacionadas com o **consumo de água** e com o **ambiente** em geral, com a **Ciência** e com a disciplina de **Física e Química A**.

Num primeiro passo, foram seleccionados os itens apropriados para definir a atitude dos alunos face:

---

☞ Ao *Consumo de água* – Foram concebidos 10 itens, primeiro do tipo verdadeiro/falso e, após o pré-teste, utilizando uma escala de Likert<sup>1</sup> de cinco níveis (discordo totalmente, discordo bastante, não concordo nem discordo, concordo bastante e concordo totalmente), para que os respondentes pudessem revelar a sua opinião sobre comportamentos favoráveis (ou não) ao elevado consumo de água e à preservação da sua qualidade e, desta forma, manifestar a sua atitude relativamente a esta questão.

☞ Ao *Ambiente* – O conjunto de itens utilizados para avaliar a atitude dos sujeitos face ao ambiente baseou-se no questionário construído e utilizado por Dunlap e Van Liere (1978). Os 12 itens do questionário original, reflectindo as ideias de base contidas no novo paradigma ecológico (limites ao crescimento económico, industrial e populacional, equilíbrio ecológico e visão antropocêntrica do mundo) foram transformados em dez, mantendo-se, no entanto, as três dimensões. No presente estudo, a posição dos sujeitos em relação ao ambiente foi avaliada através de uma escala de Likert de cinco níveis (discordo totalmente, discordo bastante, não concordo nem discordo, concordo bastante, concordo totalmente), acrescentando-se à escala original, que previa apenas quatro intervalos, a posição neutra.

☞ À *Ciência* – Conjunto de 13 itens com uma escala de Likert de cinco níveis (discordo totalmente, discordo bastante, não concordo nem discordo, concordo bastante e concordo totalmente). Esta escala de atitudes foi concebida com base em escalas já testadas (Quaresma, 2007), mas adaptada especificamente para este estudo.

---

<sup>1</sup> Escala desenvolvida por Rensis Likert em 1932

☞ À *Física e Química* – Conjunto de 10 itens com uma escala de Likert de cinco níveis (discordo totalmente, discordo bastante, não concordo nem discordo, concordo bastante e concordo totalmente). Esta escala de atitudes foi concebida com base em escalas já testadas (Quaresma, 2007), mas adaptada especificamente para este estudo, inclusivamente recorrendo a manuais escolares.

Na construção dos itens, do questionário, foram utilizadas teorias disponíveis, o conhecimento de estudos sobre o tema, o senso comum e a intuição. Para cada uma das variáveis escreveram-se 10 ou 13 itens em forma de afirmação para medir atitudes, havendo afirmações de natureza positiva e afirmações de natureza negativa. A escala de resposta utilizada foi do tipo Likert, para que os respondentes pudessem revelar a sua opinião sobre determinados comportamentos e atitudes (Hill & Hill, 2008, p. 137, 138). A escala numérica utilizada foi a apresentada nos Quadros 4.9, para itens positivos e 4.10, para itens negativos.

**Quadro 4. 9 - Escala utilizada para itens positivos**

Discordo totalmente	Discordo bastante	Não concordo nem discordo	Concordo bastante	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

**Quadro 4. 10 - Escala utilizada para itens negativos**

Discordo totalmente	Discordo bastante	Não concordo nem discordo	Concordo bastante	Concordo totalmente
5	4	3	2	1

Somando os valores atribuídos a cada item para cada pessoa, obteve-se aquilo a que se chama o valor total (*total score*) para esse indivíduo.

Para além dos itens relativos às variáveis descritas, foram também introduzidas três questões abertas, havendo sempre o cuidado de adaptar a linguagem das questões (e dos itens) ao nível etário dos alunos.

O questionário foi apreciado por dois especialistas, e modificado tendo em atenção as suas sugestões, antes de ser aplicado pela primeira vez (pré-teste). Após o pré-teste, foi novamente apreciado e modificado de modo a ultrapassar as dificuldades de interpretação detectadas pelos alunos.

O pré-teste foi efectuado no dia 2 de Dezembro de 2008, a vinte e dois alunos do 10º ano de escolaridade, portanto, não pertencentes nem ao grupo experimental nem ao grupo de controlo. O questionário foi distribuído, tendo sido dito aos alunos que se enquadrava nas actividades da Escola. A docente investigadora esteve presente durante a aplicação dos questionários, neste teste para validação, atenta aos comentários e reacções dos alunos. O tempo de preenchimento do questionário foi entre 15 a 20 minutos.

O teste revelou apenas problemas pontuais de interpretação. Mas a propósito dos primeiros itens (consumo de água), houve um aluno que questionou: “*É o que nós fazemos ou achamos que devemos fazer?*”. Esta questão levou a alguma reflexão, após o que estes itens foram modificados para dar lugar, no questionário a apresentar aos

---

grupos experimental e de controlo, a uma escala do tipo Likert, à semelhança das restantes variáveis, medindo a opinião e não o comportamento de cada um.

Nas questões abertas, todos responderam que sim e de forma muito “politicamente” correcta, com uma justificação muito previsível. Assim, resolveu-se substituir estas questões por outras mais “provocatórias”:

**2.11** *“O ambiente é actualmente assunto de muitas notícias e programas de televisão. No teu caso particular tens preocupações a este nível?”* substituída por *“Consideras a água disponível na tua região de qualidade? (sim, não, e que factores influenciam essa qualidade?)”*;

**3.14** *“As visitas de estudo e as saídas de campo constituem um meio para aprender Ciência. Gostarias de realizar mais visitas de estudo e saídas de campo?”* substituída por *“As visitas de estudo e as saídas de campo constituem um meio para aprender Ciência. Concordas? (sim, não, e porquê?)”*;

**4.11** *“As aulas onde se realizam experiências também constituem um meio para aprender Ciência. Gostarias de realizar mais experiências?”* substituída por *“As aulas onde se realizam experiências também constituem um meio para aprender Ciência. Concordas? (sim, não, e porquê?)”*.

Para reduzir a influência da presença da investigadora ou de um docente de Física e Química durante a aplicação dos questionários, uma vez que vários itens se referem à Física e Química, foi decidido retirar “Física e Química A” do cabeçalho e ponderada a aplicação por outros docentes que não os de Física e Química.



#### 4.4.2.3 – Teste de conhecimentos (Q2)

Para elaborar um teste de conhecimentos começou-se por analisar detalhadamente os objectivos do programa, relativamente aos conteúdos alvo da intervenção. Foram depois elaborados, especificamente para este estudo, um conjunto de 31 itens do tipo verdadeiro/falso, havendo o cuidado de colocar 15 itens verdadeiros e 16 falsos. Dada a natureza do tema, o teste foi concebido em articulação interdisciplinar com um docente do grupo 520 (Biologia e Geologia) e com recurso a inúmeros manuais escolares de diferentes disciplinas. O cruzamento dos objectivos com os itens elaborados encontra-se representado no Quadro 4.11.

Quadro 4. 11 – Relação entre os objectivos dos programas e os itens do Questionário Q2

Objectivos de aprendizagem	Itens
- Estabelecer a diferença entre água destilada e água pura.	1, 3, 7
- Explicitar o efeito da variação da temperatura na auto-ionização da água e, conseqüentemente, no valor do pH com base na Lei de Le Chatelier.	13, 15, 16
- Interpretar uma reacção entre um ácido forte e uma base forte.	8, 9, 10
- Reconhecer que cada indicador tem como característica uma zona de viragem que corresponde ao intervalo de pH em que se verifica a mudança de cor ácida para cor alcalina ou a situação inversa.	11, 12
- Reconhecer que na água pura a concentração do ião hidrogénio ( $H^+$ ) é igual à concentração do ião hidróxido ( $HO^-$ ).	2

- Explicitar o significado de água potável de acordo com a legislação em vigor.	4, 6, 7
- Indicar parâmetros que permitem distinguir entre água potável e outras águas.	5
- Utilizar o valor de pH de uma solução para a classificar como ácida, alcalina ou neutra.	9, 13, 14
- Relacionar quantitativamente a concentração hidrogeniónica de uma solução e o seu valor de pH.	15
- Relacionar o valor 5,6 do pH da água da chuva com o valor do pH mínimo devido à presença de dióxido de carbono na atmosfera.	17
- Relacionar o valor inferior a 5,6 do pH da chuva ácida com a presença, na atmosfera, de poluentes (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> e outros).	18, 19, 25, 29
- Explicitar algumas das principais consequências da chuva ácida nos ecossistemas e no património arquitectónico natural e edificado.	20, 21, 22
- Reconhecer que os fenómenos de acidificação na atmosfera podem assumir a forma húmida (chuva, nevoeiro e neve) e seca (deposição de matéria particulada).	23
- Identificar a origem dos óxidos de enxofre e óxidos de azoto responsáveis pela acidificação da chuva.	24, 31
- Interpretar a formação de ácidos a partir de óxidos de enxofre e de azoto, na atmosfera, explicitando as correspondentes equações químicas.	25
- Compreender algumas formas de minimizar a chuva ácida, a nível pessoal, social e industrial: combustíveis menos poluentes, energias	26

alternativas, novos processos industriais, e utilização de conversores catalíticos.	
- Justificar a necessidade do estabelecimento de acordos internacionais para minorar os problemas ambientais e nomeadamente o problema da chuva ácida.	27, 28
- Relacionar o aumento de chuvas ácidas com a industrialização e alguns hábitos de consumo das sociedades tecnológicas.	28, 29, 30

Para o tratamento do teste de conhecimentos foi atribuído o valor “1” a cada uma das respostas correctamente classificada e “0” a cada uma das respostas classificada de forma errada. Tal como no questionário de atitudes (Q1), somando os valores obtidos em cada item para cada pessoa, obteve-se o valor total (*total score*) para esse indivíduo.

#### 4.5 – Os métodos de tratamento de dados

##### 4.5.1 – Vertente quantitativa

Este estudo tem características e objectivos que se identificam preferencialmente com uma abordagem do tipo qualitativa, mas para tornar mais fácil e objectiva a análise comparativa das respostas, foi introduzida uma dimensão quantitativa. Os resultados quantitativos foram tratados com recurso a um programa estatístico adequado. Os dados

---

estavam organizados numa base do Programa SPSS<sup>2</sup>, em que as linhas correspondiam aos alunos e as colunas às questões. O tratamento estatístico baseou-se fundamentalmente na estatística descritiva. Inicialmente foi feita uma análise comparativa das médias das respostas em cada item, e de seguida recorreu-se a uma análise com base no teste **t de Student** para verificação de eventuais diferenças significativas nas respostas. A análise dos questionários e dos testes respondidos antes da intervenção permitiu traçar a situação de partida, enquanto a análise efectuada com os mesmos instrumentos aplicados depois da intervenção permitiu fazer um ponto da situação em termos de transformações ocorridas.

#### 4.5.2 – Vertente qualitativa

A análise das questões abertas foi feita seguindo uma metodologia de natureza qualitativa. Para esta análise de conteúdo foram definidas categorias de análise em função das quais o conteúdo foi classificado (Grawitz, 1993). Estas foram definidas *a posteriori* e correspondem a cada um dos aspectos relativamente aos quais foram pedidas as opiniões aos alunos.

Depois de analisadas as opiniões expressas pelos alunos, relativamente a cada uma das três questões abertas, as unidades de registo foram transcritas e foi feita a análise das mesmas de forma a estabelecer uma comparação entre os diferentes grupos de alunos.

---

<sup>2</sup> A análise dos dados recolhidos foi realizada com base no programa informático de tratamento de dados SPSS (*Statistical Package for the Sciences*), *software* de análise estatística utilizado em Ciências Humanas e Sociais. Neste estudo foi utilizada a versão 17,0 *for Windows*.



## Capítulo 5

# *INTERVENÇÃO DIDÁCTICA*

---



## 5. Intervenção Didáctica

O presente capítulo é dedicado à intervenção didáctica e inclui uma descrição da metodologia seguida na mesma. O tema desta intervenção foi a unidade 2 da componente de Química “Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra”, do programa de Física e Química A, 11º Ano de escolaridade. Faz-se uma apresentação dos problemas propostos e descreve-se o modo como foram desenvolvidos, pelos alunos, cada um dos projectos.

Com a presente intervenção didáctica procurou-se proporcionar aos alunos do grupo experimental uma abordagem mais abrangente e motivadora, segundo uma perspectiva CTSA e necessariamente interdisciplinar, construtivista e baseada no ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas. Procurou-se ainda que esta abordagem tivesse uma maior vertente de trabalho prático (de campo e laboratorial) do que uma abordagem mais tradicional, com as actividades a serem planificadas e desenvolvidas com a intervenção dos seus destinatários, ou seja, os alunos.

A intervenção foi iniciada auscultando as ideias dos alunos sobre os diversos conceitos relacionados com a leccionação da unidade de ensino, através do preenchimento de um teste de conhecimentos (primeiro) e em diálogo (depois). Deste diálogo surgiram algumas questões, até porque os alunos revelaram concepções alternativas sobre a pureza da água e sobre acidez. Para concretizar as actividades de campo e laboratoriais no âmbito da intervenção, as professoras sugeriram um recurso



local, facilitador da realização de uma saída de campo, e facilmente enquadrado na abordagem e perspectivas pretendidas, a Mina de S. Domingos.

De seguida, foi proposto aos alunos de cada parte da turma A – grupo experimental (distribuídos por cinco grupos, com 3 a 4 elementos cada) que pensassem nas actividades que iriam desenvolver e no modo como as concretizar. Para apoiar os alunos nesta tarefa, foram distribuídos folhetos, textos de imprensa e proporcionada a observação de um filme sobre a recuperação da MSD, o que, juntamente com o manual escolar, o recurso à internet e alguma orientação por parte das professoras, permitiu que cada grupo definisse um projecto de investigação simples, com aspectos a estudar, planificação de procedimentos e material necessário. Apenas os projectos acompanhados pela investigadora e professora do grupo experimental se encontram descritos mais adiante, por ter sido observadora privilegiada da sua implementação.

Com base nas ideias e nos projectos dos alunos, foi elaborado um guião de campo comum. Procurou-se deste modo que os alunos se sentissem envolvidos na preparação do referido guião, mas ao mesmo tempo proporcionar a todos os alunos uma visão mais global dos conteúdos associados à unidade de ensino e mais interdisciplinar (literalmente, uma vez que o guião de campo também teve em conta conteúdos da disciplina de Biologia e Geologia) dos diferentes aspectos envolvidos no estudo da MSD. Teve como objectivo o desenvolvimento de materiais curriculares alternativos, dado que os empregues habitualmente já se mostraram inadequados para aproximar o aluno da actividade científica.

O trabalho realizado no campo teve continuidade no laboratório e após a realização das actividades laboratoriais e respectivo tratamento de dados, ocorreu a apresentação dos trabalhos, tendo cada grupo descrito o projecto que desenvolveu e os resultados obtidos. Pretendia-se que o tipo de actividade laboratorial aqui proposto permitisse aos alunos adquirir competências próprias de trabalho de situações-problema como fazem os cientistas. Para além do investimento neste tipo de abordagem mais aberta, foram também propostos aos alunos diversos exercícios controlados, para desenvolverem capacidades específicas.

De referir que tendo em atenção a diversidade de conteúdos a abordar, no âmbito desta unidade, e que por se tratar de uma disciplina sujeita a exame final nacional, quer o grupo experimental quer o grupo de controlo realizaram todas as actividades ditas tradicionais. No final da unidade, o teste de conhecimentos foi novamente aplicado aos dois grupos. Foram também recolhidas informações sobre o desempenho dos alunos através das respostas a fichas de trabalho e, claro, ao guião de campo. Consideraram-se ainda as observações das professoras realizadas durante a implementação das actividades, assim como a avaliação produzida na sequência da apresentação pelos alunos dos respectivos projectos de investigação.

### 5.1 – Objectivos e motivação inicial (razão da escolha do local)

*“S. Domingos, no tempo em que descobriram a mina, era um sítio inhóspito, terra vermelha e pedregulhos negros, onde só medravam ravinas rasteiras e quási secas. Erguia-se apenas, junto da actual corta, a ermida de São Domingos – Santo que deu o nome à mina.”*

Jacques (1947)

A Mina de S. Domingos (MSD) é uma aldeia da margem esquerda do Guadiana cuja história está intimamente ligada à actividade mineira. O local tem uma longa tradição mineira que remonta aos fenícios e cartagineses e, depois destes, aos romanos. O seu principal objectivo era a extracção de prata, ouro e cobre. Os vestígios de mineração e as notáveis massas de escórias amontoadas nas proximidades dessas escavações, foram os indícios que levaram a reconhecer, mais recentemente, a existência de um depósito de mineral. No ano de 1855, a companhia La Sabina realiza um contrato de exploração com uma empresa inglesa, a Mason & Barry, que inicia em 1858 a extracção mineira (Veríssimo & Ribeiro, 2000).

Do filão de pirite cúprica e durante mais de cem anos foram retirados milhões de toneladas de minério. Nos finais do século XIX, a sua exploração supriu metade das necessidades do mercado inglês em pirites, provocando o encerramento de minas irlandesas e colocando em difícil situação congéneres belgas. A Mina teve a primeira linha de caminhos-de-ferro, com 17 kms de extensão, destinada ao transporte do minério até ao cais do Pomarão, no Rio Guadiana. O minério depois de extraído e triturado era conduzido em vagões para o porto do Pomarão, sendo transportado por

cargueiro para Inglaterra, entre outros países europeus (Alves, sem data; Veríssimo & Ribeiro, 2000). A fotografia da Figura 5.1 mostra o cais onde eram carregados os vagões que seguiam depois até ao Pomarão e a central termoelétrica da Mina.



**Figura 5. 1 - Cais e Central Termoelétrica da Mina de São Domingos**

**Fonte: Alves, sem data**

Ainda no século XIX, foi iniciada a exploração a céu aberto com a destruição da elevação onde se erguia a ermida de S. Domingos. O incremento na profundidade da exploração implicava a contínua remoção da água acumulada. A antiga roda romana para elevação da água foi substituída por aparelhos de bombagem que debitavam volumes imensos, que, pelas suas características, ameaçavam os recursos hídricos da região, nomeadamente o Rio Guadiana. O controlo da descarga destes efluentes era feito por uma série de açudes e a libertação destes resíduos líquidos era, sempre que possível, restrita a períodos de grande pluviosidade, de modo a, por diluição, minorar os potenciais efeitos ecotóxicos (Veríssimo & Ribeiro, 2000).

No seu período áureo, e apesar das más condições de trabalho, quase duas mil pessoas trabalharam nesta mina. Estas condições são descritas na monografia de Felicidade Jacques (1947) do seguinte modo: *“o gasómetro ilumina-lhes os caminhos na contramina; o chapéu protege-lhes a cabeça de qualquer pedra de minério que lhes possa cair em cima. (...) A “água forte” estraga-lhes, corta-lhes a roupa e a pele. Muitos têm os pés gretados quando não é também as costas com queimaduras. Gastam por mês um par de alpergatas<sup>1</sup>. (...) Nos pisos onde o ar é irrespirável, já pela escassez já pelas poeiras, facilitam o uso de máscaras: flanela ou lã talhada em forma de funil, adapta-se à cara de modo a resguardar as vias respiratórias e facilitar assim tanto quanto possível a purificação do ar”*.

No início do século XX, começaram a surgir problemas de rentabilidade, principalmente devido à diminuição do teor em cobre do filão. Para aumentar a produtividade, foi construída, em 1930, a fábrica de enxofre. Esta era alimentada por uma central térmica, da Mina. Seja por esgotamento do filão, seja por erros de gestão, o certo é que em 1965 cessa a exploração, em 1967 a corta está alagada, em 1968 é despedido o último trabalhador e a Mason & Barry declara falência. O encerramento da mina provocou um êxodo para a grande metrópole, deixando para trás uma aldeia poluída (e deserta), uma herança ambiental que afectará muitas gerações vindouras. As fotografias das Figuras 5.2, 5.3 e 5.4, mostram algumas das zonas mais significativas, agora abandonadas, da MSD.

---

<sup>1</sup> sapatos





**Figura 5. 2 - Moitinha,  
Estação de britagem**



**Figura 5. 3 - Chapéu de ferro e  
corta da MSD**



**Figura 5. 4 - Fábrica de enxofre da  
Achada do Gamo**

O forte contraste entre a prosperidade atingida no período áureo e o actual abandono pode constituir uma boa motivação para a descoberta, reflexão e compreensão dos fenómenos geradores deste contraste. Num espaço de terreno relativamente confinado reúnem-se condições extremas do ponto de vista químico, físico, geológico e biológico. Acresce que a natureza do impacto da presença da mina é pouco heterogénea (metais pesados e acidez) mas, no entanto, suficientemente complexa para motivar numerosas questões, quer de estudo activo quer de reflexões. Uma abordagem CTSA como a que se pretende proporcionar com o estudo da MSD poderá levar os alunos a reflectirem no que se lhes propõe que aprendam e porque se lhes propõe, estimulando envolvimento mais profundos e críticos. Assim, uma saída de campo à MSD pode enquadrar-se num projecto em que intervêm várias disciplinas, possibilitando leituras diversas constituindo uma actividade de enorme sucesso, no que diz respeito à motivação dos alunos e à aprendizagem de conteúdos científicos.

Pedrosa & Mateus (2000) consideram como tópicos possíveis para exploração da actividade mineira e suas implicações com os alunos:

- Extracção, tratamento e beneficiação de minérios;
- Rentabilidade económica e exequibilidade ambiental;

- Origem, prospecção e caracterização dos minérios;
- Funcionamento da mina;
- Efeitos da actividade mineira;
- Intervenção antropogénica;
- Caracterização de ecossistemas;

Qualquer um destes tópicos tem aplicação num estudo da MSD. E tomando a MSD como veículo de transposição da Ciência para a Escola, os alunos podem compreender o interesse e a necessidade essencial das construções científicas na tentativa de resolução de problemas concretos que os afectam directamente. Ficará, então, claro, o interesse do conhecimento científico e dos processos que levam à sua aquisição e manipulação, bem como se potenciará o desenvolvimento de atitudes e capacidades relacionadas com a própria Ciência.

A Mina de S. Domingos constitui um objecto real de estudo, tendo em atenção questões paisagísticas, sociais, científicas e tecnológicas. A MSD levanta problemas de cariz ético, moral e político, seguramente de carácter multi e interdisciplinar, que são bons pontos de partida para uma reflexão mais alargada sobre questões muito actuais, como o uso indiscriminado dos recursos naturais e a visão antropocêntrica na gestão desses recursos. A degradação ambiental notória para quem visita a MSD pode constituir um instrumento válido de educação para a sustentabilidade, ou seja, uma forma de encorajar a mudança de comportamentos e atitudes de todos, relativamente ao ambiente, um esforço conjunto em que a Ciência e a Escola se devem envolver.

## 5.2 – Preparação da Saída de Campo

A área de estudo foi criteriosamente seleccionada. A investigadora e docente do grupo experimental já tinha previamente conhecimento do local, inclusivamente organizado visitas de estudo com alunos. Enquanto mestranda, teve também possibilidade de participar numa acção de formação que a instituição que representa dinamizou para docentes, na MSD e área envolvente.

Considerou-se que a elaboração de um guião, explicitando por um lado o roteiro (percurso) e, por outro, integrando um conjunto de questões e actividades que estimulasse os alunos a interagir com o meio, seria o material didáctico de suporte mais adequado (e motivador) para a saída de campo. Numa perspectiva construtivista, foi também motivo de preocupação a distribuição dos conceitos por cada paragem, das três definidas, e sua articulação com os conceitos curriculares.

De referir ainda a preocupação para que os alunos do grupo experimental fossem envolvidos nas diversas fases da saída de campo: planificação, preparação, organização e avaliação. Eles recolheram textos, notícias e informações sobre o local. As suas ideias contribuíram para a elaboração do guião. Coube aos alunos a tarefa de contactar as empresas de transporte, para recolher orçamentos. Ao contactar com diferentes instituições, o aluno compreende que a escola é um elemento integrante da comunidade.

Após a saída de campo, foi dada aos alunos a oportunidade de se manifestarem oralmente sobre a mesma. As professoras puderam assim recolher um conjunto de



opiniões globalmente positivas, que utilizaram para preencher o formulário de avaliação de actividade utilizado na escola.

### 5.3 – Elaboração do Guião da Saída de Campo

Na monografia de Felicidade Jacques (1947) são feitas várias descrições que serviram de inspiração para a elaboração do guião da saída de campo à MSD. Alguns exemplos:

1) Relativamente à drenagem da água da mina (Jacques, 1947, p.51):

*“Na contramina, o terreno não é todo seco, já pela água das chuvas, já porque regam constantemente o mineral. Essa água adquire propriedades ácidas em contacto com a pirite cúprica e escorre para um poço especial (nº5), cujo fundo termina no piso 150. A “água-forte” assim chamada, é trazida para o referido piso por meio de bombas. O poço nº5 comunica com o exterior e por meio de caldeiras, movidas electricamente, extraem automaticamente a água, que é lançada numa vala, por onde corre até à Achada do Gamo – parte vai para canos subterrâneos e é aproveitada no fabrico do enxofre e para a extracção de ácidos; outra parte vai ser lançada na Ribeira do Chança e daí no Guadiana, em épocas de cheia.”*

A acidez da água é um assunto que está relacionado com os conteúdos programáticos a explorar nesta intervenção didáctica. Mas esta descrição também se relaciona com o fundamento teórico que justifica grande parte da contaminação e respectivo impacto ambiental ao nível da MSD, assunto que poderá ser explorado em qualquer disciplina, do Ensino Básico ou do Ensino Secundário.

2) Relativamente à extracção do minério (Jacques, 1947, p.51 a 53):

*“O mineral é arrancado ou a picareta, quando é possível, ou a tiro de dinamite. Em cada galeria trabalham dois, três ou quatro mineiros, que enchem as vagonetes de minério, levam-nos ao elevador do poço nº4 que os conduz ao piso nº122, onde por uns “rails” é transportado até ao cais. Extraem por mês 10000 a 11000 toneladas de pirite. Os serviços estão distribuídos pelos aguadeiros (encarregados de transportar água), mestre de canos (vigiam e arranjam a canalização subterrânea), bombeiros (trabalham com as bombas de extracção da “água forte”), saneadores (derrubam as pedras de pirite que oferecem perigo aos mineiros), safreiros (enchem e transportam as vagonetes de minério), entivadores (fazem as armações em madeira, nas galerias, para segurar os tetos), pedreiros (enchem os vazios de estéril), maquinistas (trabalham com as “perfuradoras”, “chuladeiras” e “martelo”, cuja finalidade é abrir “barrenos” no minério, para os capatazes dispararem aí os tiros de dinamite).”*

Os aspectos tecnológicos e sociais presentes nesta descrição foram utilizados para a dimensão CTSA do guião de campo.

3) Relativamente ao trabalho na Achada do Gamo (Jacques, 1947, p.74 e 75):

*“Dum e doutro lado elevam-se montes de cumes recortados, vestidos de terra amarelo-enzofre. A atmosfera parece carregada de gaz sulfuroso. O cheiro é também característico – são os fumos das enormes chaminés de ambas as fábricas que vêm espalhar-se por toda aquela região. Não se vê um único vegetal em qualquer época do ano, todas as plantas morrem queimadas pelo gaz, que dá uma cor característica à região.”*

Esta descrição torna a MSD um bom objecto de estudo para as vertentes científica e ambiental, e portanto foi tida em conta na elaboração do guião. A origem do

gás sulfuroso pode ser um aspecto a explorar no âmbito da Física e Química, em qualquer nível de ensino. A reduzida e pouco diversificada vegetação é uma característica marcante da paisagem da MSD, despertando a curiosidade de jovens de qualquer idade para a compreensão do impacto da actividade mineira na biodiversidade e na paisagem. Este impacto pode ser estudado numa perspectiva multidisciplinar, podendo ultrapassar o âmbito das disciplinas ditas científicas...

4) Relativamente ao fabrico do enxofre (Jacques, 1947, p.75 a 78):

*“O minério após extraído da contramina é conduzido em vagon para este lugar. Aqui parte é triturado e depois segue pelo “rails” para o porto do Pomarão, donde navios o transportam para diferentes países, sendo em maior escala para Inglaterra. Outra porção é aproveitada no fabrico do enxofre e cobre. (...)*

*Cada uma delas (fábrica) tem três caldeiras sobrepostas. O minério é pesado e levado em vagon, por um maquinismo de roldanas, para a última caldeira do forno que, como disse, está à altura dum 4º andar, na qual se mistura com sílica, gossan<sup>2</sup>, e outros produtos nas seguintes proporções: 700 kg de minério, 150 kg de sílica, 70 kg de carvão, 100 kg de gossan e 60 kg de calcário. Mistura-se também mate para produzir maior quantidade de calor.*

*Tudo isto funde a uma temperatura elevadíssima.*

*Dão-se então os seguintes fenómenos:*

*1º - Os vapores são canalizados para outra caldeira de temperatura inferior, onde se misturam com cal viva, passando assim ao estado líquido. Forma o enxofre que, depois de purificado, é lançado através duma canalização apropriada, para uns depósitos, onde solidifica em contacto com o ar.*

---

<sup>2</sup> Limonite e hematite resultante da oxidação dos sulfuretos.

2º - O minério corre em estado líquido para outro forno e por uma abertura de 4 cm de diâmetro vai cair nuns “pratos” em ferro fundido, que em sistema de roda passam continuamente sob o referido forno. Esses pratos levam o minério agora chamado “mate pobre” por estar desprovido de alguns dos seus elementos – é lançado na 1ª caldeira. À medida que o mate cai em fogo nos referidos pratos, outros canos lançam-lhe água, para evitar que o mate se fixe no ferro fundido, de que são feitos. É aproveitado na outra máquina de enxofre, a mais recente, onde submetido a temperaturas e pressões diferentes, e misturado nas devidas proporções com os elementos a que me referi, formam “mate rico”, isto é, fica com grande percentagem de cobre: 40%.

Este metal vai para a C.U.F. do Barreiro, onde em altos fornos apropriados lhe extraem diversos metais, sobretudo o cobre.

3º - Caem uns resíduos para o fundo da caldeira, sob a qual estão continuamente uns vagons que se vão enchendo. A “escória” como lhe chamam é amontoada nas proximidades da fábrica.”

Esta descrição, mais complexa, envolve conhecimentos mais adequados como objecto de estudo nas disciplinas de Biologia e Geologia, 11º Ano de escolaridade (Unidade “Exploração sustentada de recursos geológicos”, onde constam tópicos como “Minério e ganga” e “Recursos e reservas”) e Física e Química A, 11º Ano de escolaridade (Unidade um, “Química e Indústria: equilíbrios e desequilíbrios”, onde constam tópicos como “Controlo da produção industrial”). Embora não directamente relacionada com a unidade de ensino da intervenção didáctica levada a cabo, ela facilitou a dimensão interdisciplinar pretendida para o guião.

Ficam aqui registados apenas alguns exemplos de como a MSD pode ser estudada. Pela sua riqueza temática, não se esgotam nestes exemplos nem as disciplinas envolvidas nem as possibilidades de aplicação pedagógica.

O guião de campo elaborado ficou com a seguinte estrutura:

1. Introdução
2. Enquadramento geográfico
3. Objectivos
4. Material a utilizar
5. Cuidados a ter
6. Actividades junto à corta
7. Actividades junto à estação de britagem
8. Actividades junto à fábrica de enxofre

Como se pode observar, as actividades estão distribuídas por três zonas (corta, estação de britagem e fábrica do enxofre), cada um delas com várias paragens previstas, num total de seis. O percurso entre as três zonas será efectuado a pé, proporcionando aos alunos a oportunidade para melhor observarem o contexto da exploração mineira na MSD e, eventualmente, colocarem questões ou recolher mais dados para as suas investigações.

As vinte questões/actividades propostas no guião de campo podem ser distribuídas por tipo de competências, por dimensão CTSA e por disciplina de acordo com os Quadros 5.1, 5.2 e 5.3, respectivamente (os números representam as questões inseridas no guião de campo):

a) Por tipo de competências:

**Quadro 5. 1 – Distribuição dos itens por tipo de competências**

<b>Conhecimentos</b>	<b>Procedimentos</b>
3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19	1, 2, 4, 12, 13, 20

b) Por dimensão CTSA:

**Quadro 5. 2 – Distribuição dos itens por dimensão**

<b>C</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>A</b>
1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20	4, 8, 9, 10, 17	8, 18	4, 16, 17

c) Por disciplina:

**Quadro 5. 3 – Distribuição dos itens por disciplina**

<b>FQ A</b>	<b>BG</b>	<b>Comuns</b>
5, 6, 7, 14, 15	19, 20	1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18

Claro que a classificação aqui atribuída poderá ser discutível. Por exemplo, realizar um procedimento implica sempre um conjunto de conhecimentos, e uma questão de carácter tecnológico poderá ser sempre também uma questão de carácter científico. Mas o que se pretendeu foi fazer a distribuição das questões pelas categorias onde era mais evidente a sua ligação e, deste modo, mostrar a preocupação que houve para que o guião de campo estimulasse conhecimentos e procedimentos, abrangesse todas as dimensões CTSA e tivesse uma forte vertente interdisciplinar.

## 5.4 – Saída de Campo à Mina de São Domingos

A saída de campo realizou-se no dia 22 de Maio de 2009, da parte da manhã, durante os tempos lectivos semanais que as disciplinas de Física e Química A e Biologia e Geologia partilham, em regime de turnos, de modo a não coincidir com tempos lectivos de disciplinas não envolvidas. Os alunos do grupo experimental que participaram (20 da parte A1 e 19 da parte A2) foram acompanhados por três docentes (as duas docentes de Física e Química A, e a docente de Biologia e Geologia).

As Figuras 5.5 e 5.6 ilustram momentos da saída de campo, nomeadamente a observação da placa informativa (Figura 5.5) e a recolha de amostras de água (Figura 5.6).



Figura 5. 5 - Placa informativa



Figura 5. 6 - Recolha de amostras

Os alunos foram portadores de um guião, com questões e actividades, às quais tiveram oportunidade de responder e realizar durante e após a saída, com a mesma organização em grupo aquando da planificação. Foi possível verificar que os alunos assumiram um papel activo. Os professores foram elementos disponíveis, a quem os



alunos recorreram para tirar dúvidas e pedir esclarecimentos. Também forneceram informações adicionais e colocaram questões que estimularam os alunos nas suas observações e registos. Durante a saída foram efectuadas recolhas de amostras, de acordo com a investigação proposta por cada grupo de alunos.

### **5.5 – Apresentação das actividades experimentais desenvolvidas pelos alunos**

A Mina de São Domingos (MSD) mostrou ser um local propício para trabalho de campo, mas o seu contexto mostrou ser também um excelente ponto de partida para a realização de percursos investigativos, nomeadamente de cariz experimental (laboratorial). Assim, na sequência da saída de campo, os alunos desenvolveram as actividades experimentais (laboratoriais) que tinham previamente delineado.

Houve a preocupação de desenvolver as actividades experimentais não através do fornecimento de um protocolo, mas antes que fossem os alunos, integrados em grupos de trabalho, a questionar e a fazerem a respectiva proposta de determinado procedimento experimental. Cada grupo ficou responsável pela elaboração e execução de um procedimento experimental e pela divulgação junto dos colegas dos resultados ou ideias finais. Surgiram cinco projectos de investigação: **I** - Determinação do pH do solo; **II** - Preparação de sulfato de cobre hidratado; **III** – Obtenção de cobre a partir de pirite com água ácida e sucata de ferro; **IV** – Obtenção da curva de titulação da água ácida da mina; **V** – Análise de amostras de rochas recolhidas (Determinação da densidade e dureza).



### 5.5.1 – Determinação do pH do solo

A contaminação ácida do solo na MSD motivou um grupo a definir como problema de partida “Porque é que a vegetação é escassa na área explorada da MSD?”.

Este grupo planificou a recolha de amostras de solo, com características semelhantes, em locais da mina onde a vegetação estava presente e outros onde não estava. Com o apoio da professora, os alunos tiveram acesso a manuais onde constam técnicas de medição do pH do solo, normalmente implicando a adição de água, esperar e, então, medir. A Figura 5.7 mostra o resultado de uma dessas medições.



Figura 5. 7 - Resultado de uma amostra

Após as recolhas efectuadas, os medidores de pH utilizados permitiram obter resultados que apontam para uma maior acidez do solo nas áreas onde não se verifica qualquer presença de vegetação. Os alunos concluíram assim que solos muito ácidos não são tolerados pelas diferentes espécies de plantas.

### 5.5.2 – Preparação de sulfato de cobre hidratado

Este grupo teve mais dificuldade em delinear o seu projecto de investigação. Uma primeira ideia não era totalmente do seu agrado, mas na sequência da saída de campo os alunos ficaram entusiasmados com a observação dos cristais de sulfato de

cobre hidratado e propuseram-se reproduzir as condições necessárias para a sua formação, de modo a compreender melhor o ambiente químico característico da MSD. A importância da água neste processo de cristalização foi outra questão que motivou os alunos. Com recurso a manuais e a informação que



Figura 5. 8 – Cristais “azuis” de  $\text{CuSO}_4$

pesquisaram na internet, os alunos identificaram os materiais e reagentes necessários (ácido sulfúrico, óxido de cobre e água destilada) e realizaram o procedimento indicado. Ao fim de três dias, obtiveram uns cristais azuis, semelhantes aos recolhidos na MSD. Posteriormente procederam à sua secagem. Os cristais obtidos encontram-se ilustrados na Figura 5.8.

Desafiados a reflectirem sobre o processo, os alunos teceram algumas considerações sobre o ambiente da MSD e a importância da água no processo.

### 5.5.3 – Obtenção de cobre, a partir de pirite com água ácida e sucata de ferro

Um outro grupo de alunos desenvolveu um projecto em que se pretendia reproduzir no laboratório o processo de cementação. A informação necessária foi retirada do endereço da internet, [http://www.triplov.com/isabel\\_cruz/cobre/minas1.html](http://www.triplov.com/isabel_cruz/cobre/minas1.html), sobre o referido processo, em que se fazia precipitar o cobre do minério pobre sujeito à água ácida, pela adição de ferro. Os alunos investigaram o tipo de minério contendo cobre (calcopirite) e trituraram uma amostra à qual adicionaram ácido sulfúrico diluído

(utilizaram diferentes concentrações) e alguns pregos oxidados. A utilização de pregos oxidados em vez de ferro puro deveu-se ao facto de no mesmo endereço da internet haver uma referência sobre a utilização de sucata de ferro, informação esta também



Figura 5. 9 – Libertação de bolhas de gás

patente na placa informativa junto à

Achada do Gamo (local onde se situa a fábrica de enxofre), a que os alunos tiveram acesso no decorrer da saída de campo. Apesar de se observar a libertação de algumas bolhas de um gás, não foi possível observar nenhum precipitado, mesmo após decorridos vários dias. A fotografia da Figura 5.9 foi tirada no momento da libertação de gás. Os alunos admitiram que a amostra poderia ser pobre em cobre, e ao contrário do que se passou na MSD, a amostra não foi sujeita à acção da água ácida durante anos. O aquecimento da água poderia eventualmente acelerar o processo, mas não foi tentado devido à perigosidade que acarretava. A professora sugeriu que fosse utilizado óxido de cobre, em vez da calcopirite, numa futura investigação.

#### 5.5.4 – Obtenção de uma curva de titulação da água ácida da mina

A forte poluição ácida da água da mina motivou um grupo a definir como problema de partida “Como determinar a concentração de uma solução ácida?”. Admitindo que a contaminação da água se fazia por ácido sulfúrico, este grupo planificou a recolha de amostras de água em vários locais da mina, no decorrer da saída



de campo, numa tentativa de associar uma maior concentração a uma fonte específica (por exemplo, a fábrica de enxofre). Os alunos já tinham tido contacto prévio com o processo de titulação, processo de análise quantitativa que exige a utilização de instrumentos como a bureta, a pipeta e a balança semianalítica. Motivados pelo problema de partida, solicitaram apoio da professora para a utilização do processo e dos respectivos instrumentos. Assim, após as recolhas efectuadas, puderam obter as respectivas curvas de titulação, utilizando para o efeito uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), e proceder ao cálculo da concentração da solução ácida em cada amostra. O gráfico da Figura 5.10 mostra uma das curvas de titulação da água da MSD obtida por este grupo de alunos.

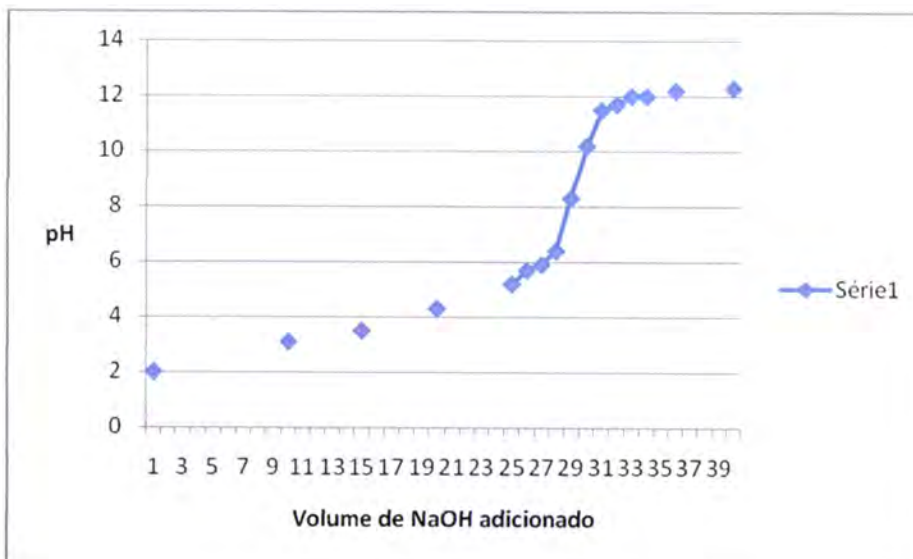


Figura 5.10 - Curva de titulação da “água ácida” da MSD

Os resultados mostraram não haver diferenças significativas entre as várias amostras recolhidas. Na reflexão sobre o processo, os alunos admitiram que a acidez da água poderia ter outras origens que não apenas o ácido sulfúrico.

### 5.5.5 – Análise de amostras de rochas recolhidas

Um grupo de alunos mostrou-se interessado em analisar algumas propriedades das rochas/minério da área da MSD. Embora este projecto se afaste dos conteúdos definidos para a unidade em estudo, a professora considerou-o pertinente, na medida em que os alunos estavam motivados para o levar a cabo e pela perspectiva de uma articulação interdisciplinar.



Figura 5. 11 – Recolha de amostras de rochas

Que características apresentam as rochas associadas às pirites da MSD, foi a questão de partida deste grupo. Foi portanto solicitada a colaboração da professora de Biologia e Geologia, tendo ficado delineado um plano de investigação que permitiria estudar as referidas amostras de rocha/minério a recolher na MSD segundo propriedades que seriam estudadas na disciplina de Biologia e Geologia, como a textura e a dureza, enquanto na disciplina de Física e Química A os alunos investigariam a densidade.

Após recolhidas as amostras, como ilustra a fotografia da Figura 5.11, os alunos procederam à determinação da densidade pela fórmula clássica, ou seja, para a obtenção da massa utilizaram uma balança de precisão em miligramas e para o cálculo do volume foi tida em conta a deslocação do volume de água numa proveta. Determinaram desta forma a densidade absoluta. Outro método utilizado consistiu em medir o peso da

amostra no ar (P) e mergulhado em água destilada (P'), com recurso a uma balança de precisão. A densidade (relativa) foi calculada, desta maneira, através da fórmula  $d = P/(P-P')$ . A partir dos valores obtidos, e recorrendo a tabelas de densidade, os alunos puderam identificar algumas das amostras recolhidas como o gesso (2,2), o quartzito (2,7), a hematite (5,2) e a pirite (5). Os alunos concluíram que a determinação da densidade pode bastar para identificar um mineral, mas as rochas têm densidades mais semelhantes entre si, pelo que é importante o recurso a outras propriedades para a sua identificação.



## Capítulo 6

# *RESULTADOS: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE e DISCUSSÃO*

---





## **6 – Resultados: Apresentação, análise e discussão**

O presente capítulo inclui a apresentação, análise e interpretação da informação e resultados recolhidos neste estudo com recurso a instrumentos descritos no capítulo quatro. Tem como objectivo avaliar os resultados da intervenção proposta e implementada sobre conteúdos da unidade 2 de Química, a uma turma do 11º Ano do Curso de Ciências e Tecnologias, na disciplina de Física e Química A, em comparação com o método tradicional e que foi implementado numa outra turma, também do 11º Ano e do mesmo curso, que funcionou como grupo de controlo.

Inicialmente, é apresentada a informação recolhida antes da intervenção didáctica, nas duas turmas do 11º Ano, e também em duas turmas do Ensino Básico (8º Ano), tendo como finalidade detectar eventuais diferenças existentes à partida, o que possibilita fazer uma análise comparativa entre os percursos feitos por cada um dos grupos do Ensino Secundário. Nas turmas do Ensino Básico foi apenas aplicado o questionário destinado a avaliar as atitudes dos alunos (uma única vez), com o objectivo de as comparar com as dos alunos do Ensino Secundário.

São, depois, apresentados os resultados referentes à situação após a intervenção nas duas turmas de 11º Ano, relativamente a atitudes e a conhecimentos.

De seguida são apresentados os resultados qualitativos obtidos com base nas três questões abertas colocadas no questionário de atitudes (Q1).

Finalmente apresenta-se uma avaliação final da intervenção didáctica, procedendo-se a uma análise e interpretação da mesma.

## **6.1 – Resultados quantitativos**

Neste ponto são apresentados os quadros e gráficos de resultados obtidos através da aplicação do questionário de atitudes e do teste de conhecimentos. Também se procede aqui a uma análise e discussão dos resultados quantitativos antes e após a intervenção didáctica.

### **6.1.1 – Situação antes da intervenção**

A situação inicial é descrita, tal como já referido, relativamente a **atitudes** relacionadas com o **consumo de água** e com o **ambiente** em geral, com a **Ciência** e com a disciplina de **Física e Química A**, no 11º Ano e relativamente às atitudes face ao **consumo de água, ao ambiente, à Ciência** e à **disciplina de Ciências Físico-Químicas**, no 8º Ano.

No 11º Ano, são também apresentados os resultados da aplicação do teste de conhecimentos (Q2), antes da intervenção.

### 6.1.1.1 – As atitudes

Relativamente às atitudes demonstradas, à partida, serão neste ponto apresentadas, analisadas e discutidas eventuais diferenças existentes entre os três grupos de alunos (dois grupos correspondentes às duas turmas do 11º Ano, turma experimental – 11º A e turma de controlo – 11º B e o terceiro correspondente ao conjunto total de alunos do 8º Ano) em relação a cada uma das variáveis estudadas.

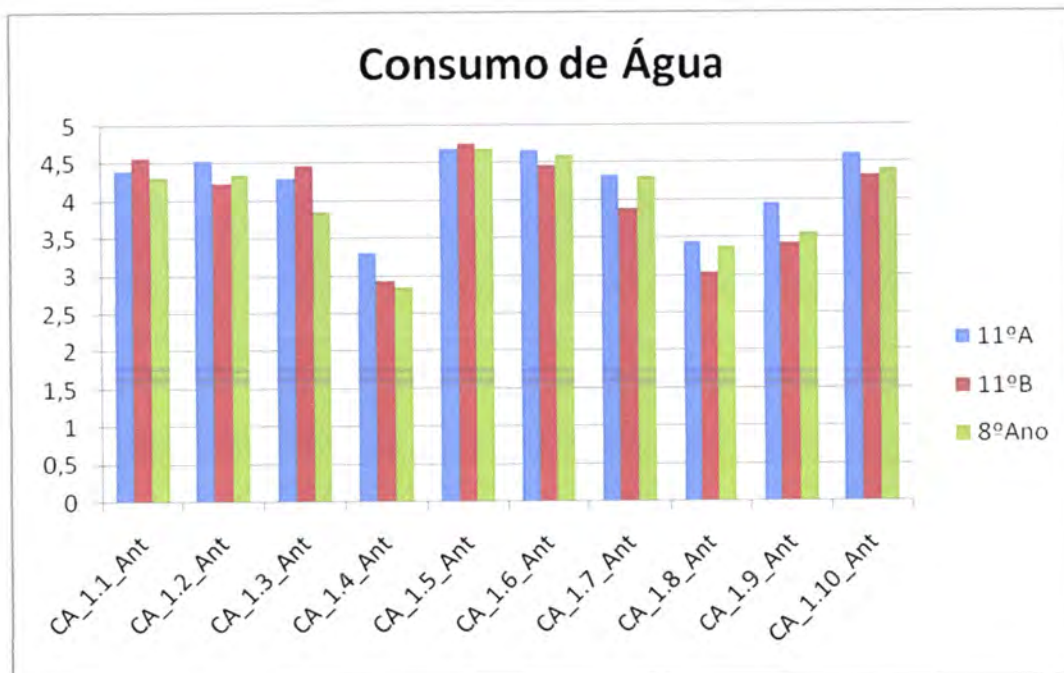
#### Consumo de água

Os dados que a seguir se apresentam dizem respeito a cada um dos itens elaborados para avaliar a atitude dos três grupos de alunos relativamente ao **consumo de água**.

Na Quadro 6.1 encontram-se representados o número de alunos de cada grupo, a média obtida por cada grupo em cada um dos itens, assim como o respectivo valor de desvio padrão. Na penúltima linha figuram as médias da **Pontuação Total (PT)** obtidas por cada um dos grupos relativamente à atitude perante o consumo de água. Estes dados deram origem aos gráficos das Figuras 6.1 e 6.2 que permitem uma melhor visualização.

**Quadro 6. 1 - Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao consumo de água, antes da intervenção**

	Descriptive Statistics								
	11° A			11° B			8° Ano		
	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation
CA_1.1	39	4,41	,818	21	4,57	,926	28	4,32	,772
CA_1.2	39	4,54	,790	21	4,24	1,044	28	4,36	,731
CA_1.3	39	4,31	,800	21	4,48	,814	28	3,86	1,208
CA_1.4	39	3,31	1,127	21	2,95	1,284	28	2,86	1,008
CA_1.5	39	4,69	,832	21	4,76	,625	27	4,70	,823
CA_1.6	39	4,67	,869	21	4,48	1,030	28	4,61	,737
CA_1.7	39	4,33	1,060	21	3,90	1,375	28	4,32	1,056
CA_1.8	39	3,46	1,484	21	3,05	1,532	28	3,39	1,343
CA_1.9	39	3,97	1,088	21	3,43	1,399	28	3,57	1,168
CA_1.10	39	4,62	,590	21	4,33	,966	28	4,43	,790
Total_CA	39	42,31	4,225	21	40,19	6,194	28	40,25	5,254
Valid N (listwise)	39			21			27		



**Figura 6. 1 - Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao consumo de água, antes da intervenção**



Pela análise do gráfico da Figura 6.1 pode concluir-se que a turma A é o grupo que apresenta médias mais altas na maioria dos itens, a turma B apresenta as médias mais baixas e o grupo dos alunos do Ensino Básico apresenta médias intermédias. De todos os itens, aquele onde os três grupos de alunos obtiveram valores mais baixos foi o item *CA\_1.4 – Os carros devem ser lavados com o auxílio de uma mangueira*. E os valores mais elevados foram obtidos no item *CA\_1.5 – Devemos colocar as garrafas de água usadas no contentor amarelo*. Também os itens *CA\_1.8 – A água de lavar a fruta/vegetais deve ser utilizada para outros fins* e *CA\_1.9 – Devemos ter um reservatório em casa para aproveitar a água da chuva*, apresentam valores mais baixos comparativamente com os restantes. Estes resultados poderão estar relacionados com o facto de as campanhas publicitárias que ocorreram mais recentemente estarem associadas à separação do lixo pelos contentores com as diferentes cores, enquanto as de poupança e preservação da qualidade da água ocorreram há alguns anos atrás, estando, por isso, menos presentes na memória dos alunos.

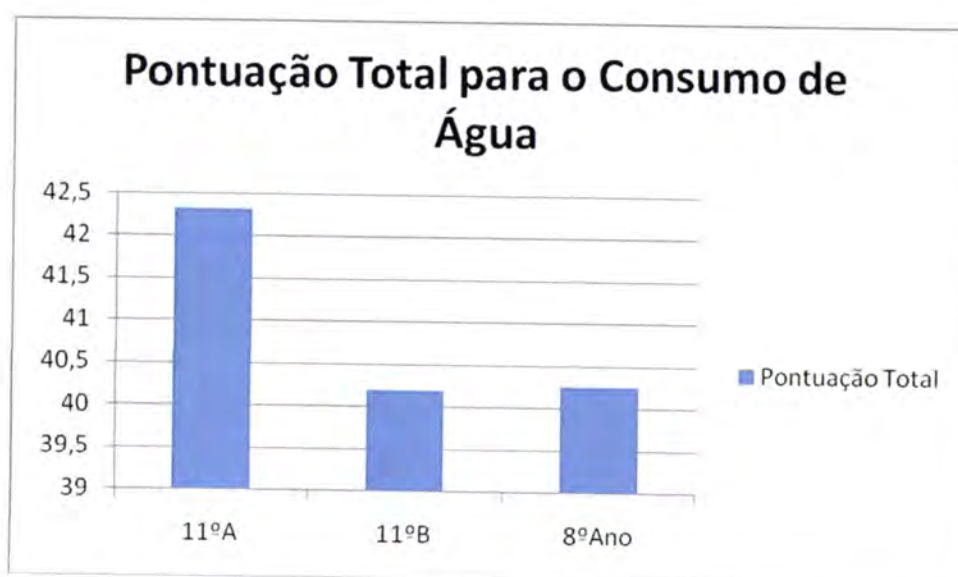


Figura 6. 2 – Médias da Pontuação Total obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao consumo de água, antes da intervenção

Também no que diz respeito à média da Pontuação Total, é o 11º A que apresenta o valor mais elevado (42,31), tendo os outros dois grupos de alunos obtido valores muito próximos, 40,19 no 11º B e 40,25 no 8º Ano. De referir ainda que na turma A, a parte A2 (constituída por maior número de alunos repetentes) apresenta valores mais elevados nas médias, de acordo com dados disponíveis em formato digital nas bases de dados do SPSS utilizadas para fazer o tratamento dos dados. Poderá relacionar-se este resultado com o facto de se tratar de alunos mais velhos, à partida com maior maturidade para adoptarem comportamentos adequados no que diz respeito ao consumo de água.

### **Ambiente**

Os dados do Quadro 6.2 dizem respeito aos resultados obtidos em cada um dos itens elaborados para avaliar a atitude dos alunos relativamente ao **ambiente**. Nele encontram-se representados, o número de alunos de cada grupo, a média obtida por cada grupo em cada um dos itens, assim como o respectivo valor de desvio padrão. Na penúltima linha figuram as médias obtidas por cada um dos grupos para a Pontuação Total respeitante à atitude perante o ambiente. Estes dados deram origem aos gráficos das Figuras 6.3 e 6.4.

Os valores mais baixos são também aqui atingidos num mesmo item, para os três grupos de alunos. Estes verificaram-se no item *A\_2.10 – Existem limites ao crescimento, para além dos quais as sociedades industrializadas não podem expandir-se*. Talvez se possa relacionar isto com a vivência dos alunos numa época em que o ritmo de crescimento atingiu valores que ultrapassam tudo o que no passado se

verificou. Por isso alguns deles poderão não ter a noção do respeito que todos devemos manter pelo ambiente. O menor respeito pelo ambiente é também notório no item *A\_2.6 – Os seres humanos têm o direito de usar as plantas e os animais em função dos seus interesses*, onde as turmas do Ensino Secundário obtêm o seu segundo valor mais baixo.

Os alunos do Ensino Secundário parecem ter uma tal confiança no conhecimento científico que os leva a obter o valor mais elevado no item *A\_2.5 – Não precisamos estar preocupados com o problema do ambiente, porque a ciência consegue resolver qualquer crise que surja*. De facto, o ritmo de crescimento dos conhecimentos humanos tem, nestes últimos anos, ultrapassado tudo o que no passado se verificou (Oliveira, 2005, p.xiv).

**Quadro 6. 2 – Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao ambiente, antes da intervenção**

	Descriptive Statistics								
	11° A			11° B			8° Ano		
	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation
A_2.1_Ant	39	4,59	,910	21	4,52	,750	28	4,07	,716
A_2.2_Ant	39	4,36	,668	21	4,43	,746	28	3,79	,917
A_2.3_Ant	39	4,49	,683	20	4,20	1,056	28	4,32	,723
A_2.4_Ant	39	4,13	1,031	20	4,30	,979	28	3,86	1,044
A_2.5_Ant	39	4,67	,662	21	4,86	,478	28	4,29	1,013
A_2.6_Ant	39	3,74	1,251	21	3,71	1,271	28	3,89	1,066
A_2.7_Ant	39	4,46	,854	21	3,95	1,117	28	3,79	,917
A_2.8_Ant	39	4,28	,944	21	3,81	1,470	28	3,43	1,289
A_2.9_Ant	39	4,56	,680	21	4,33	1,065	28	4,04	1,261
A_2.10_Ant	39	3,62	1,067	21	3,43	,746	28	3,18	1,056
Total_A_Ant	39	42,90	4,309	21	41,14	5,902	28	38,64	5,599
Valid N (listwise)	39			19			28		



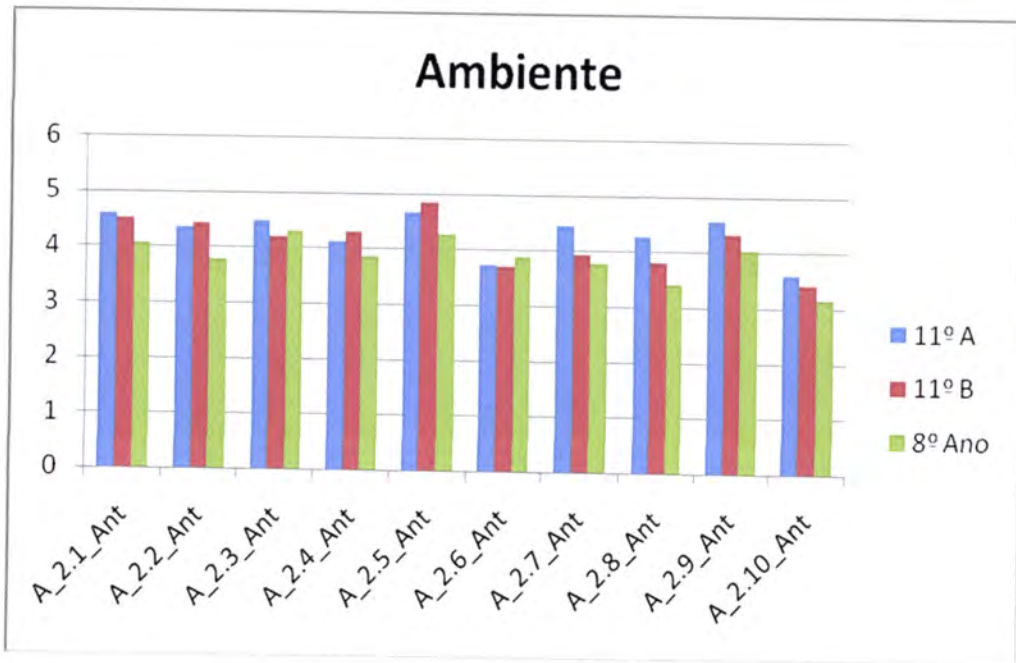


Figura 6. 3 - Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao ambiente, antes da intervenção

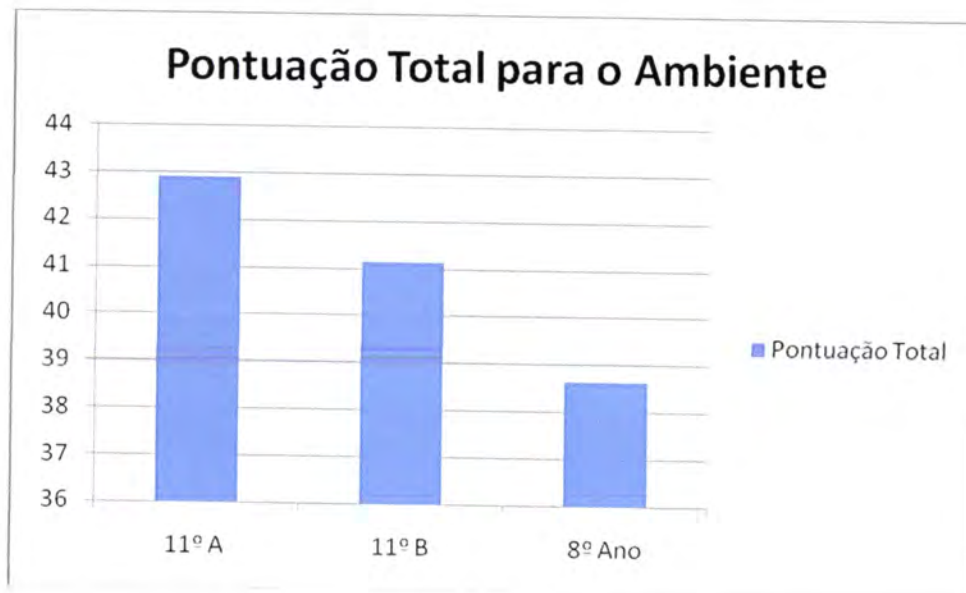


Figura 6. 4 – Médias da Pontuação Total obtidas pelos três grupos de alunos relativamente ao ambiente, antes da intervenção

Relativamente à média da Pontuação Total, é o 11º A que apresenta o valor mais elevado (42,90), seguindo-se o 11º B com 41,14 e finalmente com um valor bastante

mais baixo estão as turmas do 8º Ano, que apresentam uma média de 38,64. Estes valores poderão estar relacionados com o facto de os alunos ao longo do seu percurso escolar, tanto no Ensino Básico como no Secundário, abordarem temas ligados ao ambiente nos diferentes anos e em diferentes disciplinas, nomeadamente em Geografia no 8º e 9º anos, em Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais do 9º Ano, em Física e Química A e Biologia e Geologia nos 10º e 11º anos e ainda na língua estrangeira (Inglês) no 10º Ano, para referir apenas algumas cujos programas explicitam conteúdos nesta área. É natural que os alunos vão, ao longo dos anos, adquirindo uma maior sensibilidade para os assuntos relacionados com o ambiente. Tal como aconteceu no ponto anterior, também para as atitudes relativamente ao ambiente, na turma A, a parte A2, que é constituída por maior número de alunos repetentes apresenta valores mais elevados nas médias da Pontuação Total (Dados disponíveis em formato digital nas bases de dados do SPSS).

## **Ciência**

Em relação à variável **Ciência**, de acordo com os dados constantes do Quadro 6.3 e do gráfico da Figura 6.5, verifica-se que já não são os alunos do Ensino Secundário que apresentam os valores mais elevados, como acontecia nas variáveis anteriores. Nesta variável foram os alunos do Ensino Básico que demonstraram ter uma atitude mais positiva perante a Ciência.

Os valores obtidos para a atitude dos alunos perante a Ciência são mais baixos do que os obtidos para cada uma das duas outras variáveis anteriormente analisadas. De notar que no 11º B, todos os itens apresentam valores médios abaixo de quatro e alguns

abaixo de três. Também o 11º A e o 8º Ano apresentam mais de metade dos itens com valor médio abaixo de quatro e alguns inferiores a três.

**Quadro 6. 3 – Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Ciência, antes da intervenção**

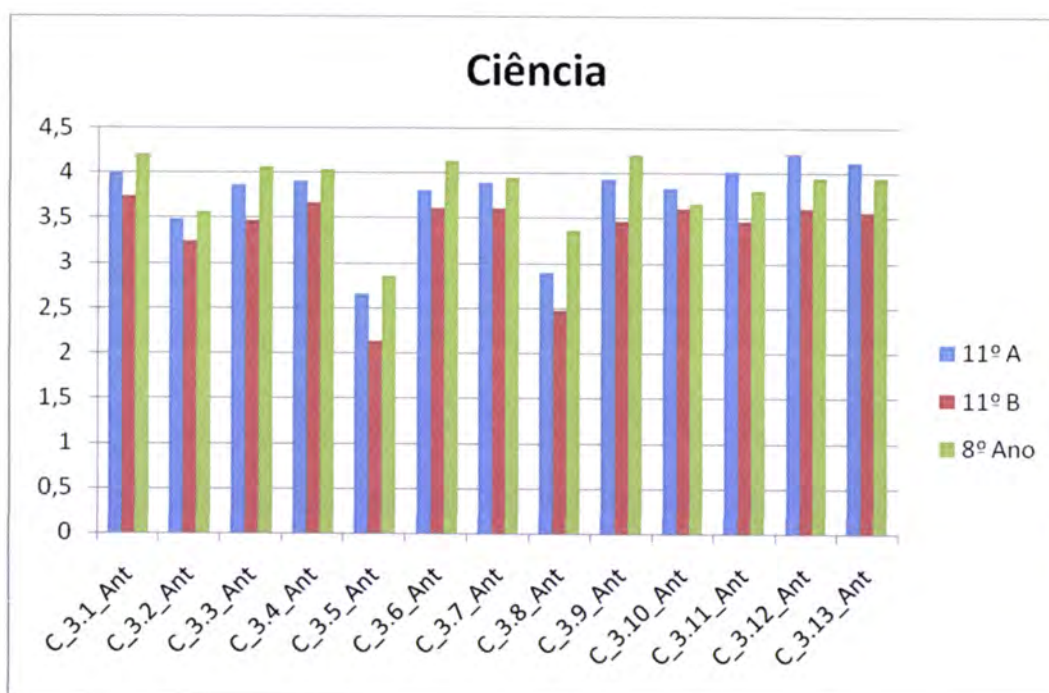
	Descriptive Statistics								
	11º A			11º B			8º Ano		
	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation
C_3.1_Ant	39	4,00	,725	20	3,75	,967	27	4,22	,698
C_3.2_Ant	39	3,49	,942	21	3,24	,995	28	3,57	,879
C_3.3_Ant	39	3,87	,767	21	3,48	,981	28	4,07	,979
C_3.4_Ant	39	3,92	,623	21	3,67	,966	28	4,04	,838
C_3.5_Ant	39	2,67	1,108	21	2,14	,910	28	2,86	1,325
C_3.6_Ant	39	3,82	,885	21	3,62	1,203	28	4,14	,848
C_3.7_Ant	39	3,90	,788	21	3,62	,669	28	3,96	,962
C_3.8_Ant	39	2,90	1,142	21	2,48	1,289	27	3,37	1,214
C_3.9_Ant	39	3,95	,724	21	3,48	,928	28	4,21	,787
C_3.10_Ant	39	3,85	1,040	21	3,62	,973	28	3,68	,905
C_3.11_Ant	39	4,03	,843	21	3,48	1,289	28	3,82	1,124
C_3.12_Ant	39	4,23	,810	21	3,62	1,024	28	3,96	1,036
C_3.13_Ant	39	4,13	,767	21	3,57	1,076	28	3,96	,922
Total_C_Ant	39	48,74	5,716	21	43,57	6,823	28	49,61	8,180
Valid N (listwise)	39			20			27		

Podemos ainda verificar a partir da análise do Quadro 6.3 e do gráfico da Figura 6.5, que o item onde os três grupos de alunos obtiveram os valores mais baixos e inferiores a três (2,67 no 11º A; 2,14 no 11º B e 2,86 no 8º Ano) foi o *C\_3.5 – As aulas de ciências fizeram com que gostasse de me tornar um cientista*. Registaram-se ainda valores inferiores a três (2,90 no 11º A e 2,48 no 11º B) no item *C\_3.8 – Gostaria de ter mais aulas de ciências*.



Os valores mais elevados foram registados nos itens *C\_3.12 – Considero que todos deveriam aprender ciência na escola*, (4,23), no 11º A e *C\_3.1 – As aulas de ciência são interessantes*, no 11º B (3,75) e 8º Ano (4,22).

Com os valores aqui apresentados, poderá pensar-se que estes alunos, embora frequentando um curso de Ciências e Tecnologias, não demonstram uma atitude francamente positiva para o estudo das ciências ou não estarão verdadeiramente motivados para o seu estudo.



**Figura 6. 5 - Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Ciência, antes da intervenção**

Da leitura do Quadro 6.3 e do gráfico da Figura 6.6 conclui-se que é bastante significativa a diferença entre as médias da Pontuação Total obtidas pelas turmas do 8º Ano (49,61) e 11º B (43,57). O 11º A regista um valor intermédio (48,74), mas bastante mais próximo do valor registado pelos alunos do 8º Ano. Podemos, então, supor que,

numa fase inicial do estudo das ciências, os alunos apresentam uma maior motivação, provavelmente associada à curiosidade própria daquela faixa etária. As elevadas taxas de insucesso nas disciplinas de ciências, nomeadamente em Física e Química A, Biologia e Geologia e Matemática A, do Ensino Secundário, também poderão, de alguma forma, justificar as opiniões mais negativas dos alunos do 11º Ano relativamente aos do 8º Ano.

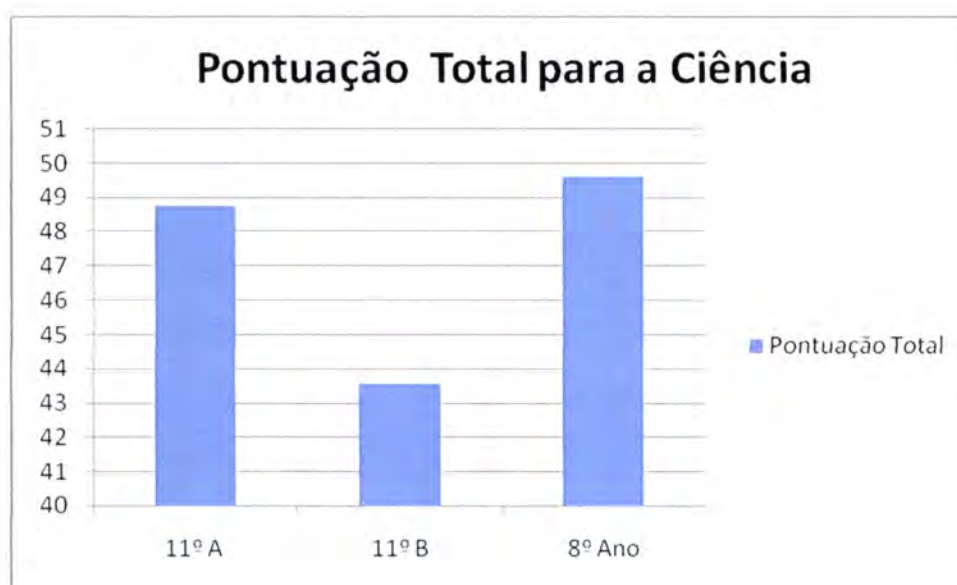


Figura 6. 6 - Médias da Pontuação Total obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Ciência, antes da intervenção

### Física e Química

No que diz respeito à **Física e Química**, a situação é semelhante à anteriormente analisada. Os valores obtidos para a atitude dos alunos para com a Física e Química são mais baixos do que os obtidos para cada uma das outras duas variáveis (consumo de

água e ambiente) inicialmente analisadas, de acordo com os dados constantes no Quadro 6.4. Também aqui foram os alunos do Ensino Básico que obtiveram os valores mais elevados.

No 11º B, foram registados cinco itens com valor médio inferior a três e um com valor médio inferior a dois. No 11º A registaram-se quatro itens com valores médios inferiores a três e no 8º Ano apenas um item apresenta valor médio inferior a três.

Quadro 6. 4 - Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Física e Química, antes da intervenção

	Descriptive Statistics								
	11º A			11º B			8º Ano		
	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation
FQ_4.1_Ant	39	2,74	1,069	20	2,55	1,146	28	3,86	,803
FQ_4.2_Ant	39	2,49	1,073	20	2,05	1,050	28	3,04	,999
FQ_4.3_Ant	38	3,39	,974	20	2,45	,945	28	3,39	1,100
FQ_4.4_Ant	39	2,67	1,009	20	2,80	1,105	28	2,43	,836
FQ_4.5_Ant	39	3,26	1,117	20	3,15	,988	28	3,57	,690
FQ_4.6_Ant	39	3,18	1,121	20	3,35	,933	28	4,00	,609
FQ_4.7_Ant	39	3,26	1,117	20	2,60	1,142	28	3,46	,962
FQ_4.8_Ant	39	3,23	1,111	20	3,10	1,021	28	4,04	,922
FQ_4.9_Ant	39	4,13	,833	20	3,90	,852	28	4,75	,441
FQ_4.10_Ant	39	2,87	1,151	20	1,70	,979	28	3,07	1,052
Total_FQ_Ant	39	31,13	6,250	21	26,33	9,096	28	35,61	5,679
Valid N (listwise)	38			20			28		

Ainda a partir da leitura do gráfico da Figura 6.7 e dos dados do Quadro 6.4 que lhe deu origem, conclui-se que os valores mais baixos não são obtidos no mesmo item, em todos os grupos de alunos, como acontece relativamente ao consumo de água e à



Ciência. Assim, o 11º A registou o seu valor mais baixo (2,49) no item *FQ\_4.2 – Prefiro Física e Química às outras disciplinas*, o 11º B (1,70) no item *FQ\_4.10 – Gostaria de ter mais aulas de Física e Química* e o 8º Ano (2,43) no item *FQ\_4.4 – A Física e Química é uma disciplina que utiliza palavras fáceis do dia-a-dia, mas com outro significado*. O facto de as duas turmas do Ensino Secundário terem obtido os seus valores mais baixos nos itens já mencionados poderá levar-nos a afirmar que a Física e Química não será, de todo, uma disciplina preferida por estes alunos.

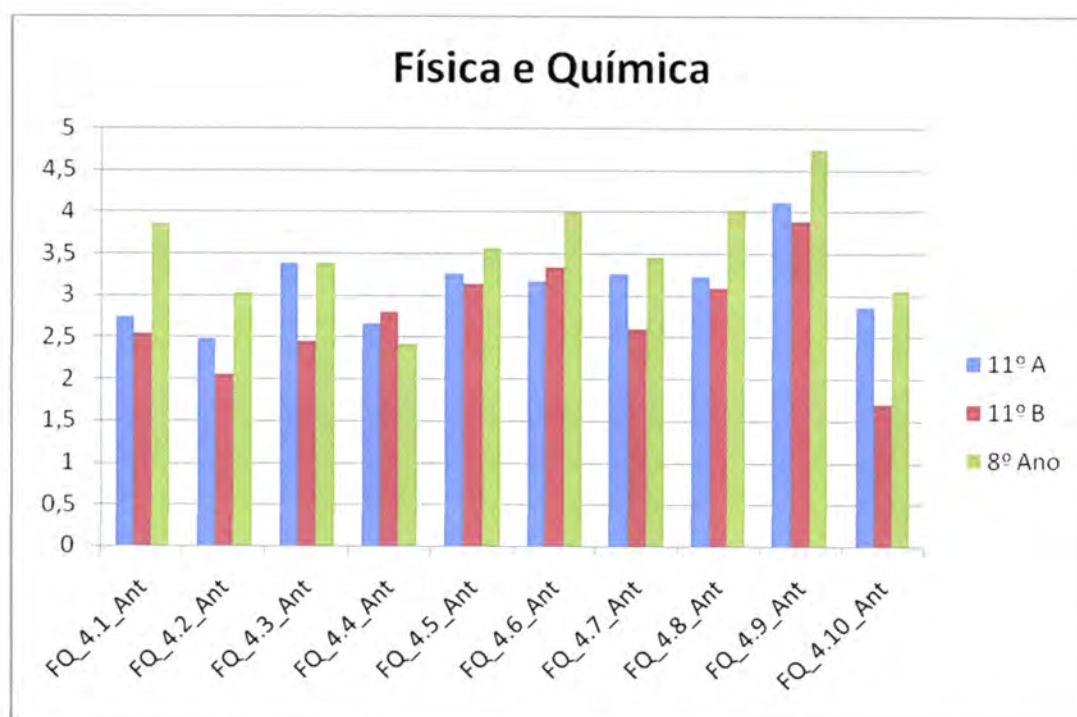


Figura 6. 7 - Valores das médias obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Física e Química, antes da intervenção

Podemos concluir que é de facto das actividades experimentais que os alunos mais gostam, pois foi no item *FQ\_4.9 – Gosto de realizar as actividades experimentais da disciplina de Física e Química*, que os três grupos de alunos obtiveram os seus valores médios mais elevados: 4,13 no 11º A; 3,90 no 11º B e 4,75 no 8º Ano. Na

revisão de literatura (capítulo 2), são referidas algumas vantagens das actividades práticas, realçadas por Almeida (1998). Com estes dados poderemos acrescentar a essas ainda o gosto que os alunos nutrem por este tipo de trabalho.



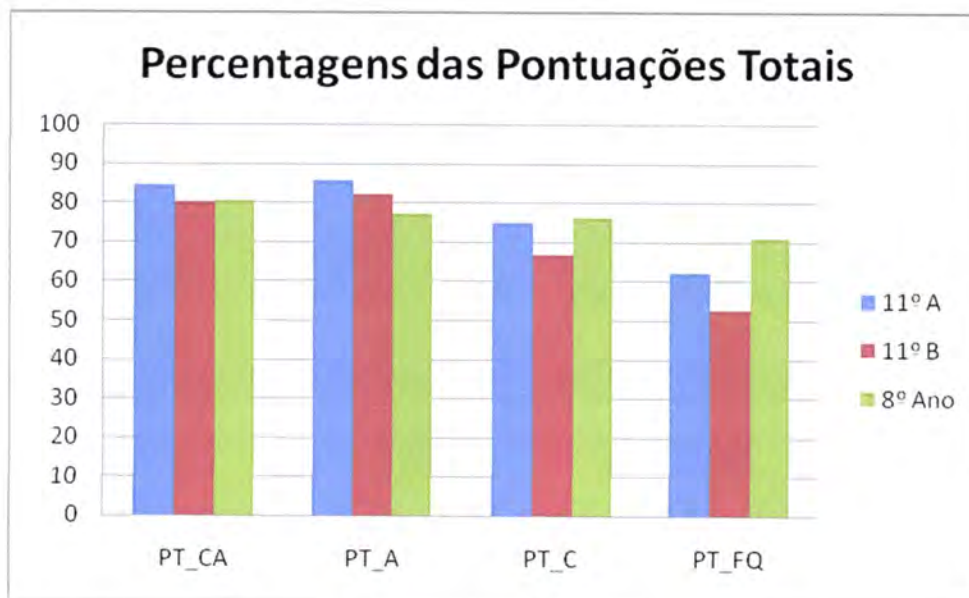
**Figura 6. 8 - Médias da Pontuação Total obtidas pelos três grupos de alunos relativamente à Física e Química, antes da intervenção**

No que diz respeito à média da Pontuação Total, que está representada no gráfico da Figura 6.8, podemos verificar que são os alunos do Ensino Básico os que obtiveram o maior valor (35,61). À semelhança do que se registou na variável Ciência, também nesta podemos concluir que numa fase inicial do estudo da Física e Química os alunos do Ensino Básico apresentam uma maior motivação/interesse pela disciplina que poderá, de alguma forma, estar associada à curiosidade que a mesma desperta ou também às reduzidas dificuldades encontradas até ao nível de escolaridade em que se encontram.



**Quadro 6. 5 - Percentagem das Pontuações Totais obtidas pelos três grupos de alunos em cada uma das variáveis, antes da intervenção**

	11° A %	11° B %	8° Ano %
PT_CA	84,62	80,38	80,5
PT_A	85,8	82,28	77,28
PT_C	74,98	67,03	76,32
PT_FQ	62,26	52,65	71,22



**Figura 6. 9 - Percentagens das Pontuações Totais obtidas pelos três grupos de alunos em cada uma das variáveis, antes da intervenção**

O gráfico da Figura 6.9, obtido a partir dos dados do Quadro 6.5, permite-nos visualizar de uma forma mais clara os níveis das Pontuações Totais obtidas pelos três grupos de alunos, em todas as variáveis estudadas, tendo em conta que tem diferentes números de itens (13 para as ciências e 10 para cada uma das outras). A partir dele pode concluir-se que os alunos revelaram uma atitude bastante mais positiva relativamente ao consumo de água e ao ambiente do que relativamente à Ciência e o estudo da Física e

Química. Também é clara a diferença existente entre os alunos do Ensino Secundário e do Ensino Básico relativamente a estes dois grupos de variáveis.

Relativamente ao consumo de água e ao ambiente, os valores obtidos pelos alunos do Ensino Secundário estão todos acima dos 80%, enquanto para as variáveis Ciência e Física e Química os valores não chegam aos 75%, havendo três inferiores a 70%, um dos quais de 52,65%.

#### **6.1.1.2 Os conhecimentos**

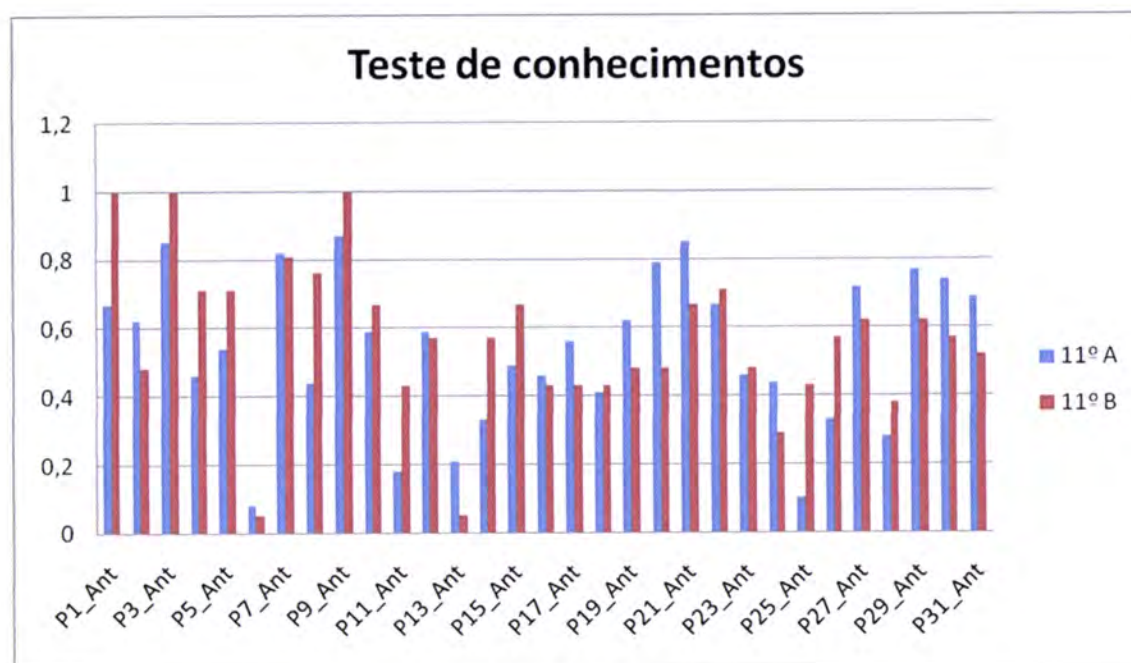
Pela leitura dos dados do Quadro 6.6 que deram origem aos gráficos das Figuras 6.10 e 6.11, podemos verificar que, de uma forma geral, os itens onde os alunos apresentam os seus valores mais baixos e os mais altos coincidem nas duas turmas.

O item *P6 – A água destinada ao consumo humano é própria se cumprir com os parâmetros microbiológicos exigidos na lei*, é o que registou os valores mais baixos em ambas as turmas (0,08 no 11º A e 0,05 no 11º B), embora o 11º B apresente também o item *P13 – O pH de uma solução depende da temperatura*, com o valor 0,05.

**Quadro 6. 6 - Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas do 11º Ano, no teste de conhecimentos, antes da intervenção**

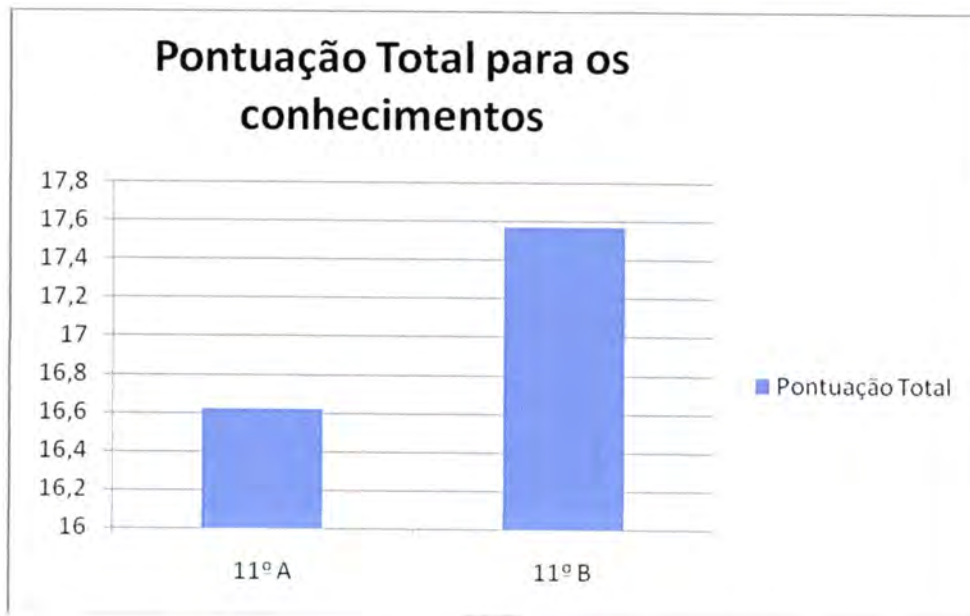
	Descriptive Statistics					
	11º A			11º B		
	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation
P1_Ant	39	,67	,478	21	1,00	,000
P2_Ant	39	,62	,493	21	,48	,512
P3_Ant	39	,85	,366	21	1,00	,000
P4_Ant	39	,46	,505	21	,71	,463
P5_Ant	39	,54	,505	21	,71	,463
P6_Ant	39	,08	,270	21	,05	,218
P7_Ant	39	,82	,389	21	,81	,402
P8_Ant	39	,44	,502	21	,76	,436
P9_Ant	39	,87	,339	21	1,00	,000
P10_Ant	39	,59	,498	21	,67	,483
P11_Ant	39	,18	,389	21	,43	,507
P12_Ant	39	,59	,498	21	,57	,507
P13_Ant	39	,21	,409	21	,05	,218
P14_Ant	39	,33	,478	21	,57	,507
P15_Ant	39	,49	,506	21	,67	,483
P16_Ant	39	,46	,505	21	,43	,507
P17_Ant	39	,56	,502	21	,43	,507
P18_Ant	39	,41	,498	21	,43	,507
P19_Ant	39	,62	,493	21	,48	,512
P20_Ant	39	,79	,409	21	,48	,512
P21_Ant	39	,85	,366	21	,67	,483
P22_Ant	39	,67	,478	21	,71	,463
P23_Ant	39	,46	,505	21	,48	,512
P24_Ant	39	,44	,502	21	,29	,463
P25_Ant	39	,10	,307	21	,43	,507
P26_Ant	39	,33	,478	21	,57	,507
P27_Ant	39	,72	,456	21	,62	,498
P28_Ant	39	,28	,456	21	,38	,498
P29_Ant	39	,77	,427	21	,62	,498
P30_Ant	39	,74	,442	21	,57	,507
P31_Ant	39	,69	,468	21	,52	,512
TOTAL_Ant	39	16,62	4,794	21	17,57	2,694
Valid N (listwise)	39			21		





**Figura 6. 10 - Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas do 11º Ano, no teste de conhecimentos, antes da intervenção**

Pela leitura do gráfico da Figura 6.10 e dos dados do Quadro 6.6, podemos verificar que no 11º B existem três itens onde a totalidade dos alunos acertou (registrou-se o valor um). São eles, os itens *P1 – A água da chuva, a água destilada e a água pura são a mesma substância*, *P3 – As águas subterrâneas são totalmente puras, contendo exclusivamente moléculas de água* e *P9 – Numa reacção ácido-base ocorre variação de pH*. Já no 11º A, nenhum dos valores mais elevados chega a um, ficando-se por 0,87 no item *P9 – Numa reacção ácido-base ocorre variação de pH* e 0,85 nos itens *P3 – As águas subterrâneas são totalmente puras, contendo exclusivamente moléculas de água* e *P21 – A Chuva ácida tem efeitos sobre o pH do solo*.



**Figura 6. 11 – Médias da Pontuação Total obtidas pelos alunos das duas turmas do 11º Ano no teste de conhecimentos, antes da intervenção**

Pela leitura do gráfico da Figura 6.11 e dos dados do Quadro 6.6, podemos verificar que, à partida, o 11º B (17,57) tem um nível de conhecimentos médio total, sobre o assunto testado, ligeiramente superior ao 11º A (16,62), facto que parece não estar de acordo com os dados representados no gráfico da Figura 6.8, onde a turma B do 11º Ano apresenta o valor mais baixo relativamente à atitude para com a Física e Química. Esta situação aponta para o facto de a atitude ter uma dimensão que não é apenas cognitiva, mas também afectiva, que neste caso parece sobrepor-se.

### 6.1.2 Situação após a intervenção

Das várias questões formuladas no início desta investigação, eis algumas cuja aplicação do questionário de atitudes e do teste de conhecimentos após a intervenção didáctica poderá dar um contributo para encontrar uma resposta. São elas:

- Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem CTSA, contribuir para mudar as atitudes dos alunos face ao ensino das ciências e da Física e Química, em particular?
- Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem de investigação de problemas, contribuir para mudar as atitudes dos alunos face ao ambiente e ao consumo de água?
- Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem não tradicional, contribuir para aprendizagens mais significativas relativas ao conceito de acidez?

Em primeiro lugar é feita uma análise da evolução dos alunos recorrendo à comparação de médias relativas aos itens correspondentes a cada variável, nas duas turmas do Ensino Secundário. De seguida, é feita uma avaliação do significado estatístico das diferenças registadas, recorrendo a uma análise estatística descritiva. Para o efeito é apresentado, em cada uma das variáveis, um quadro com o número de alunos e as médias obtidas em cada um dos itens antes e depois da intervenção “*Paired Samples Statistics*”, para as duas turmas do 11º Ano e a seguir um quadro, para cada uma das turmas “*Paired Samples Test*”, que resultou da transposição directa do obtido no programa SPSS 17,0, de forma a não omitir qualquer tipo de informação.

O teste utilizado destina-se a comparar médias provenientes de uma mesma amostra (design intra-sujeitos), quando existem duas condições experimentais que envolvem os mesmos indivíduos. Implica que exista uma hipótese nula (a da igualdade) e uma hipótese alternativa (a da diferença). Estes testes podem ser **bilaterais**, quando a hipótese alternativa for a da diferença simples, testada nos dois sentidos, ou **unilaterais**, quando a hipótese alternativa implicar uma diferença num só sentido (Martinez, 2007, p.102).

### **6.1.2.1 As atitudes**

Relativamente às atitudes demonstradas pelos alunos antes e após a intervenção didáctica, verificaram-se algumas diferenças entre a turma experimental (11º A) e a turma de controlo (11º B) que serão apresentadas, analisadas e discutidas neste ponto.

#### **Consumo de água**

Pela leitura do Quadro 6.7, podemos verificar que os alunos do 11º A melhoraram as suas atitudes relativamente ao consumo de água, pois registaram-se subidas dos valores médios em todos os itens. O mesmo não aconteceu com o 11º B, onde as subidas registadas são, de uma forma geral, inferiores e não se verificam em todos os itens. Esta turma registou uma descida, embora ligeira, (de 4,76 para 4,71) no item *CA\_1.5 – Devemos colocar as garrafas usadas no contentor amarelo* e uma igualdade no item *CA\_1.3 – Devemos tomar duchas prolongados*.

**Quadro 6. 7 – Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas relativamente ao consumo de água, antes e após a intervenção**

		11° A		11° B	
		Mean	N	Mean	N
Pair 1	CA_1.1_Ant	4,41	39	4,57	21
	CA_1.1_Dep	4,72	39	4,67	21
Pair 2	CA_1.2_Ant	4,54	39	4,24	21
	CA_1.2_Dep	4,79	39	4,48	21
Pair 3	CA_1.3_Ant	4,31	39	4,48	21
	CA_1.3_Dep	4,79	39	4,48	21
Pair 4	CA_1.4_Ant	3,31	39	2,95	21
	CA_1.4_Dep	4,03	39	3,38	21
Pair 5	CA_1.5_Ant	4,69	39	4,76	21
	CA_1.5_Dep	4,87	39	4,71	21
Pair 6	CA_1.6_Ant	4,67	39	4,48	21
	CA_1.6_Dep	4,90	39	4,81	21
Pair 7	CA_1.7_Ant	4,33	39	3,90	21
	CA_1.7_Dep	4,69	39	4,52	21
Pair 8	CA_1.8_Ant	3,46	39	3,05	21
	CA_1.8_Dep	4,36	39	3,38	21
Pair 9	CA_1.9_Ant	3,97	39	3,43	21
	CA_1.9_Dep	4,62	39	3,76	21
Pair 10	CA_1.10_Ant	4,62	39	4,33	21
	CA_1.10_Dep	4,87	39	4,76	21
Pair 11	Total_CA_Ant	42,31	39	40,19	21
	Total_CA_Dep	46,64	39	42,95	21

Pela análise dos Quadros 6.7 e 6.8, verificamos que a pontuação média total obtida, relativamente ao consumo de água, pelo 11° A, foi de 42,31 antes da intervenção, subindo para 46,64 após a mesma. Desta forma há uma diferença de 4,333 entre os dois momentos de aplicação do questionário de atitudes. O valor do teste *t-student* é **6,130** com 38 graus de liberdade. A significância é de **,000**, o que quer dizer



que podemos rejeitar a hipótese nula (os valores obtidos para o questionário de atitudes relativamente ao consumo de água, antes e depois da intervenção, são semelhantes), ou seja, existe evidência estatística para afirmar que a intervenção fez aumentar os valores obtidos para o questionário de atitudes relativamente ao consumo de água (hipótese alternativa). É ainda apresentado um intervalo de confiança de 95% para a diferença entre médias, cujo limite inferior é de  $-5,764$  e o limite superior é de  $-2,902$ . Valores sempre negativos, pois na introdução dos dados foram considerados primeiro os valores antes da intervenção, o que significa que os valores médios depois da intervenção são superiores entre  $2,902$  e  $5,764$ .

A partir do Quadro 6.8, podemos ainda verificar que, dos 10 itens analisados relativamente ao consumo de água, quatro apresentam uma significância igual ou inferior a ,005. Trata-se dos itens *CA\_1.3 – Devemos tomar duches prolongados* (,002), *CA\_1.4 – Os carros devem ser lavados com o auxílio de uma mangueira* (,005), *CA\_1.8 – A água de lavar a fruta/vegetais deve ser utilizada para outros fins* (,003) e *CA\_1.9 – Devemos ter um reservatório em casa para aproveitar a água da chuva* (,001).

Quadro 6. 8 – Atitude dos alunos do 11º A relativamente ao consumo de água – Teste *t-student*

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	CA_1.1_Ant - CA_1.1_Dep	-,308	,893	,143	<b>-,597</b>	<b>-,018</b>	-2,152	38	,038
Pair 2	CA_1.2_Ant - CA_1.2_Dep	-,256	,880	,141	<b>-,542</b>	<b>,029</b>	-1,819	38	,077
Pair 3	CA_1.3_Ant - CA_1.3_Dep	-,487	,914	,146	<b>-,783</b>	<b>-,191</b>	-3,329	38	,002
Pair 4	CA_1.4_Ant - CA_1.4_Dep	-,718	1,486	,238	<b>-1,200</b>	<b>-,236</b>	-3,017	38	,005
Pair 5	CA_1.5_Ant - CA_1.5_Dep	-,179	,885	,142	<b>-,466</b>	<b>,107</b>	-1,267	38	,213
Pair 6	CA_1.6_Ant - CA_1.6_Dep	-,231	,777	,124	<b>-,483</b>	<b>,021</b>	-1,856	38	,071
Pair 7	CA_1.7_Ant - CA_1.7_Dep	-,359	1,112	,178	<b>-,719</b>	<b>,001</b>	-2,016	38	,051
Pair 8	CA_1.8_Ant - CA_1.8_Dep	-,897	1,789	,286	<b>-1,477</b>	<b>-,318</b>	-3,133	38	,003
Pair 9	CA_1.9_Ant - CA_1.9_Dep	-,641	1,063	,170	<b>-,986</b>	<b>-,296</b>	-3,764	38	,001
Pair 10	CA_1.10_Ant - CA_1.10_Dep	-,256	,677	,108	<b>-,476</b>	<b>-,037</b>	-2,364	38	,023
Pair 11	Total_CA_Ant - Total_CA_Dep	<b>-4,333</b>	4,415	,707	<b>-5,764</b>	<b>-2,902</b>	-6,130	38	,000

O Quadro 6.9 apresenta os resultados do teste *t-student* relativamente ao consumo de água, para os alunos do 11º B. Pela sua análise podemos verificar que apesar dos aumentos registados nas médias dos valores da maioria dos itens e na média da pontuação total, em nenhum deles se observa uma significância inferior a ,005, o que

significa dizer que neste grupo de alunos não poderemos rejeitar a hipótese nula, ou seja, a abordagem efectuada à unidade didáctica em estudo não fez alterar a atitude dos alunos relativamente ao consumo de água.

**Quadro 6.9 – Atitude dos alunos do 11º B relativamente ao consumo de água – Teste *t-student***

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	CA_1.1_Ant - CA_1.1_Dep	-,095	,889	,194	-,500	,309	-,491	20	,629
Pair 2	CA_1.2_Ant - CA_1.2_Dep	-,238	1,300	,284	-,830	,354	-,839	20	,411
Pair 3	CA_1.3_Ant - CA_1.3_Dep	,000	1,000	,218	-,455	,455	,000	20	1,000
Pair 4	CA_1.4_Ant - CA_1.4_Dep	-,429	1,832	,400	-1,263	,405	-1,072	20	,297
Pair 5	CA_1.5_Ant - CA_1.5_Dep	,048	1,071	,234	-,440	,535	,204	20	,841
Pair 6	CA_1.6_Ant - CA_1.6_Dep	-,333	1,317	,287	-,933	,266	-1,160	20	,260
Pair 7	CA_1.7_Ant - CA_1.7_Dep	-,619	1,746	,381	-1,414	,176	-1,625	20	,120
Pair 8	CA_1.8_Ant - CA_1.8_Dep	-,333	2,536	,553	-1,488	,821	-,602	20	,554
Pair 9	CA_1.9_Ant - CA_1.9_Dep	-,333	1,461	,319	-,998	,332	-1,046	20	,308
Pair 10	CA_1.10_Ant - CA_1.10_Dep	-,429	1,028	,224	-,897	,039	-1,910	20	,071
Pair 11	Total_CA_Ant - Total_CA_Dep	-2,762	6,848	1,494	-5,879	,355	-1,848	20	,079

## **Ambiente**

Pela leitura do Quadro 6.10, podemos verificar que os alunos do 11º A melhoraram as suas atitudes relativamente ao ambiente em todos os itens excepto no item *A\_2.5 – Não precisamos estar preocupados com o problema do ambiente, porque a ciência consegue resolver qualquer crise que surja*, onde se registou uma igualdade de valores, mas estas subidas dos valores médios foram bastante reduzidas, correspondendo, no entanto a uma variação do valor da média da pontuação total de 42,90 para 45,36.

No 11º B, registaram-se subidas em seis dos dez itens e descidas em quatro. São eles os itens *A\_2.4 - As pessoas têm o direito de modificar o ambiente natural para satisfazer as suas necessidades*, *A\_2.5 - Não precisamos estar preocupados com o problema do ambiente, porque a ciência consegue resolver qualquer crise que surja*, *A\_2.6 - Os seres humanos têm o direito de usar as plantas e os animais em função dos seus interesses* e *A\_2.9 - As pessoas não precisam de se adaptar ao ambiente natural porque podem transformá-lo à medida das suas necessidades*. Contudo, a turma ainda registou uma subida do valor da média da pontuação total de 41,14 para 42,29.

**Quadro 6. 10 – Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas relativamente ao ambiente, antes e após a intervenção**

		11° A		11° B	
		Mean	N	Mean	N
Pair 1	A_2.1_Ant	4,59	39	4,52	21
	A_2.1_Dep	4,74	39	4,81	21
Pair 2	A_2.2_Ant	4,36	39	4,43	21
	A_2.2_Dep	4,51	39	4,57	21
Pair 3	A_2.3_Ant	4,49	39	4,20	20
	A_2.3_Dep	4,67	39	4,60	20
Pair 4	A_2.4_Ant	4,13	39	4,30	20
	A_2.4_Dep	4,46	39	4,05	20
Pair 5	A_2.5_Ant	4,67	39	4,86	21
	A_2.5_Dep	4,67	39	4,57	21
Pair 6	A_2.6_Ant	3,74	39	3,71	21
	A_2.6_Dep	4,41	39	3,67	21
Pair 7	A_2.7_Ant	4,46	39	3,95	21
	A_2.7_Dep	4,54	39	4,14	21
Pair 8	A_2.8_Ant	4,28	39	3,81	21
	A_2.8_Dep	4,54	39	4,00	21
Pair 9	A_2.9_Ant	4,56	39	4,33	21
	A_2.9_Dep	4,64	39	4,10	21
Pair 10	A_2.10_Ant	3,62	39	3,43	21
	A_2.10_Dep	4,18	39	3,81	21
Pair 11	Total_A_Ant	42,90	39	41,14	21
	Total_A_Dep	45,36	39	42,29	21

Pela análise dos Quadros 6.11 e 6.12, podemos verificar que em nenhuma das turmas se obteve uma significância inferior a ,005 para a média da pontuação total, o que equivale a dizer que não podemos rejeitar a hipótese nula (os valores obtidos para o questionário de atitudes relativamente ao ambiente antes e depois da intervenção, são semelhantes) em qualquer das turmas. No entanto, no 11° B não se registou nenhum

item com significância abaixo de ,005 e no 11º A verificou-se isto no item *A\_2.6 - Os seres humanos têm o direito de usar as plantas e os animais em função dos seus interesses* (,001), ou seja, neste, há evidência estatística para afirmar que a intervenção fez aumentar os valores obtidos.

**Quadro 6. 11 – Atitude dos alunos do 11º A relativamente ao ambiente – Teste *t*-student**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	A_2.1_Ant - A_2.1_Dep	-,154	,961	,154	-,465	,158	-1,000	38	,324
Pair 2	A_2.2_Ant - A_2.2_Dep	-,154	,904	,145	-,447	,139	-1,062	38	,295
Pair 3	A_2.3_Ant - A_2.3_Dep	-,179	,854	,137	-,456	,097	-1,312	38	,197
Pair 4	A_2.4_Ant - A_2.4_Dep	-,333	1,364	,218	-,775	,109	-1,526	38	,135
Pair 5	A_2.5_Ant - A_2.5_Dep	,000	,946	,151	-,307	,307	,000	38	1,000
Pair 6	A_2.6_Ant - A_2.6_Dep	-,667	1,199	,192	<b>-1,055</b>	<b>-,278</b>	<b>-3,471</b>	38	<b>,001</b>
Pair 7	A_2.7_Ant - A_2.7_Dep	-,077	,984	,158	-,396	,242	-,488	38	,628
Pair 8	A_2.8_Ant - A_2.8_Dep	-,256	1,163	,186	-,634	,121	-1,376	38	,177
Pair 9	A_2.9_Ant - A_2.9_Dep	-,077	,929	,149	-,378	,224	-,517	38	,608
Pair 10	A_2.10_Ant - A_2.10_Dep	-,564	1,231	,197	<b>-,963</b>	<b>-,165</b>	<b>-2,862</b>	38	<b>,007</b>
Pair 11	Total_A_Ant - Total_A_Dep	-2,462	5,735	,918	<b>-4,321</b>	<b>-,603</b>	<b>-2,681</b>	38	<b>,011</b>

Quadro 6. 12 – Atitude dos alunos do 11º B relativamente ao ambiente – Teste *t-student*

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper					
Pair 1	A_2.1_Ant - A_2.1_Dep	-,286	,902	,197	-,696	,125	-1,451	20	,162
Pair 2	A_2.2_Ant - A_2.2_Dep	-,143	,964	,210	-,581	,296	-,679	20	,505
Pair 3	A_2.3_Ant - A_2.3_Dep	-,400	1,188	,266	-,956	,156	-1,506	19	,148
Pair 4	A_2.4_Ant - A_2.4_Dep	,250	1,070	,239	-,251	,751	1,045	19	,309
Pair 5	A_2.5_Ant - A_2.5_Dep	,286	1,146	,250	-,236	,808	1,142	20	,267
Pair 6	A_2.6_Ant - A_2.6_Dep	,048	1,774	,387	-,760	,855	,123	20	,903
Pair 7	A_2.7_Ant - A_2.7_Dep	-,190	,981	,214	-,637	,256	-,890	20	,384
Pair 8	A_2.8_Ant - A_2.8_Dep	-,190	1,887	,412	-1,050	,669	-,462	20	,649
Pair 9	A_2.9_Ant - A_2.9_Dep	,238	1,480	,323	-,436	,912	,737	20	,470
Pair 10	A_2.10_Ant - A_2.10_Dep	-,381	1,117	,244	-,889	,127	-1,563	20	,134
Pair 11	Total_A_Ant - Total_A_Dep	-1,143	6,880	1,501	-4,274	1,989	-,761	20	,455

## Ciência

Pela leitura do Quadro 6.13, é possível verificar que os alunos do 11º A melhoraram as suas atitudes relativamente à Ciência em todos os itens excepto no item *C\_3.13 – A ciência que aprendo na escola permitirá melhorar o meu desempenho profissional no futuro*, onde se registou uma descida de 4,13 para 4,00, mas tal como acontece na variável anteriormente analisada, estas subidas dos valores médios foram bastante reduzidas, correspondendo a uma pequena variação do valor da média da pontuação total de 48,74 para 51,44.

No 11º B, registaram-se subidas em seis dos treze itens e descidas nos restantes sete. São eles os itens *C\_3.1 - As aulas de ciências são interessantes*, *C\_3.2 - Prefiro as matérias de ciências às de outras disciplinas*, *C\_3.4 - A ciência que aprendo na escola fez-me melhorar o meu gosto pela Natureza*, *C\_3.7 - As aulas de ciências aumentaram a minha curiosidade sobre coisas que ainda não consigo explicar*, *C\_3.10 - As aulas de ciências permitiram-me tomar conhecimento de outras saídas profissionais*, *C\_3.12 - Considero que todos deveriam aprender ciência na escola*, e *C\_3.13 - A ciência que aprendo na escola permitirá melhorar o meu desempenho profissional no futuro*. Com base nos dados referentes a estes itens e também na descida registada no valor médio da pontuação total (desceu de 43,57 para 42,43) podemos afirmar que esta turma sujeita a uma abordagem tradicional da unidade 2 em nada melhorou a sua atitude para com as ciências.

Esta descida nos valores respeitantes à atitude para com as ciências também poderá estar associada ao facto de a data em que o questionário foi aplicado pela



segunda vez (após a intervenção didáctica numa turma e a abordagem tradicional na outra) coincidir com a parte final do ano lectivo, em que os alunos estavam bastante sobrecarregados de trabalho, nomeadamente preparando os Testes Nacionais Intermédios que se realizaram precisamente nas disciplinas da formação científica (Física e Química A, Biologia e Geologia e Matemática A). O elevado ritmo de trabalho e empenho a que os alunos foram sujeitos, nas disciplinas de ciências, a grande carga horária e os relatórios de actividades práticas que fizeram regularmente, podem ter contribuído para estas diminuições nos valores respeitantes à sua atitude para com a Ciência.

**Quadro 6. 13 – Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas relativamente à Ciência, antes e após a intervenção**

		11º A		11º B	
		Mean	N	Mean	N
Pair 1	C_3.1_Ant	4,00	39	3,75	20
	C_3.1_Dep	4,10	39	3,25	20
Pair 2	C_3.2_Ant	3,49	39	3,24	21
	C_3.2_Dep	3,92	39	2,95	21
Pair 3	C_3.3_Ant	3,87	39	3,48	21
	C_3.3_Dep	4,05	39	3,62	21
Pair 4	C_3.4_Ant	3,92	39	3,67	21
	C_3.4_Dep	4,10	39	3,10	21
Pair 5	C_3.5_Ant	2,67	39	2,14	21
	C_3.5_Dep	2,97	39	2,38	21
Pair 6	C_3.6_Ant	3,82	39	3,62	21
	C_3.6_Dep	4,21	39	3,90	21
Pair 7	C_3.7_Ant	3,90	39	3,62	21
	C_3.7_Dep	4,03	39	3,29	21
Pair 8	C_3.8_Ant	2,90	39	2,48	21
	C_3.8_Dep	3,56	39	2,57	21
Pair 9	C_3.9_Ant	3,95	39	3,48	21
	C_3.9_Dep	4,03	39	3,52	21
Pair 10	C_3.10_Ant	3,85	39	3,62	21
	C_3.10_Dep	4,05	39	3,29	21
Pair 11	C_3.11_Ant	4,03	39	3,48	21
	C_3.11_Dep	4,13	39	3,81	21
Pair 12	C_3.12_Ant	4,23	39	3,62	21
	C_3.12_Dep	4,28	39	3,33	21
Pair 13	C_3.13_Ant	4,13	39	3,57	21
	C_3.13_Dep	4,00	39	3,38	21
Pair 14	Total_C_Ant	48,74	39	43,57	21
	Total_C_Dep	51,44	39	42,43	21

Pela análise dos Quadros 6.14 e 6.15, podemos verificar que em nenhuma das turmas se obteve uma significância inferior a ,005 para a média da pontuação total, o que equivale a dizer que não podemos rejeitar a hipótese nula (os valores obtidos para o questionário de atitudes relativamente à Ciência antes e depois da intervenção, são semelhantes) em qualquer das turmas. No entanto, no 11º B não se registou nenhum item com significância abaixo de ,005 e no 11º A existe um item, o *C\_3.8 – Gostaria de ter mais aulas de ciência*, com significância ,005 ou seja, neste, há evidência estatística para afirmar que a intervenção fez aumentar os valores obtidos.

Quadro 6. 14 – Atitude dos alunos do 11º A relativamente à Ciência – Teste *t-student*

		Paired Differences							
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	C_3.1_Ant - C_3.1_Dep	-,103	1,095	,175	-,458	,252	-,585	38	,562
Pair 2	C_3.2_Ant - C_3.2_Dep	-,436	1,429	,229	-,899	,027	-1,905	38	,064
Pair 3	C_3.3_Ant - C_3.3_Dep	-,179	1,121	,179	-,543	,184	-1,000	38	,324
Pair 4	C_3.4_Ant - C_3.4_Dep	-,179	1,121	,179	-,543	,184	-1,000	38	,324
Pair 5	C_3.5_Ant - C_3.5_Dep	-,308	1,217	,195	-,702	,087	-1,579	38	,123
Pair 6	C_3.6_Ant - C_3.6_Dep	-,385	1,042	,167	-,722	-,047	-2,306	38	,027
Pair 7	C_3.7_Ant - C_3.7_Dep	-,128	1,174	,188	-,509	,252	-,682	38	,499
Pair 8	C_3.8_Ant - C_3.8_Dep	-,667	1,383	,221	-1,115	-,218	-3,011	38	,005
Pair 9	C_3.9_Ant - C_3.9_Dep	-,077	1,156	,185	-,452	,298	-,416	38	,680
Pair 10	C_3.10_Ant - C_3.10_Dep	-,205	1,380	,221	-,652	,242	-,928	38	,359
Pair 11	C_3.11_Ant - C_3.11_Dep	-,103	1,188	,190	-,488	,282	-,539	38	,593
Pair 12	C_3.12_Ant - C_3.12_Dep	-,051	1,356	,217	-,491	,388	-,236	38	,815
Pair 13	C_3.13_Ant - C_3.13_Dep	,128	1,174	,188	-,252	,509	,682	38	,499
Pair 14	Total_C_Ant - Total_C_Dep	-2,692	8,448	1,353	-5,431	,046	-1,990	38	,054

Quadro 6. 15 – Atitude dos alunos do 11º B relativamente à Ciência – Teste *t-student*

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	C_3.1_Ant - C_3.1_Dep	,500	1,357	,303	-,135	1,135	1,648	19	,116
Pair 2	C_3.2_Ant - C_3.2_Dep	,286	1,309	,286	-,310	,882	1,000	20	,329
Pair 3	C_3.3_Ant - C_3.3_Dep	-,143	1,352	,295	-,758	,473	-,484	20	,634
Pair 4	C_3.4_Ant - C_3.4_Dep	,571	1,363	,297	-,049	1,192	1,922	20	,069
Pair 5	C_3.5_Ant - C_3.5_Dep	-,238	1,300	,284	-,830	,354	-,839	20	,411
Pair 6	C_3.6_Ant - C_3.6_Dep	-,286	1,347	,294	-,899	,327	-,972	20	,343
Pair 7	C_3.7_Ant - C_3.7_Dep	,333	1,354	,295	-,283	,950	1,128	20	,273
Pair 8	C_3.8_Ant - C_3.8_Dep	-,095	1,446	,316	-,753	,563	-,302	20	,766
Pair 9	C_3.9_Ant - C_3.9_Dep	-,048	1,431	,312	-,699	,604	-,152	20	,880
Pair 10	C_3.10_Ant - C_3.10_Dep	,333	1,390	,303	-,300	,966	1,099	20	,285
Pair 11	C_3.11_Ant - C_3.11_Dep	-,333	1,461	,319	-,998	,332	-,1046	20	,308
Pair 12	C_3.12_Ant - C_3.12_Dep	,286	1,454	,317	-,376	,948	,900	20	,379
Pair 13	C_3.13_Ant - C_3.13_Dep	,190	1,662	,363	-,566	,947	,525	20	,605
Pair 14	Total_C_Ant - Total_C_Dep	1,143	9,609	2,097	-3,231	5,517	,545	20	,592

## **Física e Química**

Pela leitura do Quadro 6.16, podemos verificar que se registaram diferenças consideráveis entres os valores obtidos pelos alunos de cada uma das turmas.

No 11º A, registaram-se subidas dos valores médios em todos os itens à exceção de um, o *FQ\_4.10 - Gostaria de ter mais aulas de Física e Química*, o que nos pode levar a afirmar que estes alunos melhoraram as suas atitudes relativamente à disciplina de Física e Química. Isto também ficou expresso pelo considerável aumento registado na média da pontuação total (sobe de 31,13 para 36,26).

O mesmo não aconteceu com os alunos do 11º B, onde apenas se registaram subidas nos itens *FQ\_4.10 - Gostaria de ter mais aulas de Física e Química* e *FQ\_4.7 - Muito raramente gosto dos temas tratados em Física e Química*. Nos restantes verificaram-se descidas, embora não muito acentuadas, ou uma igualdade de valores antes e depois da abordagem ao tema. Também a média da pontuação total registou uma ligeira descida de 26,33 para 25,33.

Apesar de se verificarem diferenças entre as duas turmas em todas as variáveis, é na atitude para com a disciplina de Física e Química que essas diferenças parecem ser mais evidentes.

**Quadro 6. 16 - Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas relativamente à Física e Química, antes e após a intervenção**

		11° A		11° B	
		Mean	N	Mean	N
Pair 1	FQ_4.1_Ant	2,74	39	2,55	20
	FQ_4.1_Dep	3,59	39	2,35	20
Pair 2	FQ_4.2_Ant	2,49	39	2,05	20
	FQ_4.2_Dep	2,92	39	2,05	20
Pair 3	FQ_4.3_Ant	3,39	38	2,45	20
	FQ_4.3_Dep	3,74	38	2,45	20
Pair 4	FQ_4.4_Ant	2,67	39	2,80	20
	FQ_4.4_Dep	3,33	39	2,20	20
Pair 5	FQ_4.5_Ant	3,26	39	3,16	19
	FQ_4.5_Dep	3,82	39	2,68	19
Pair 6	FQ_4.6_Ant	3,18	39	3,35	20
	FQ_4.6_Dep	4,15	39	2,70	20
Pair 7	FQ_4.7_Ant	3,26	39	2,60	20
	FQ_4.7_Dep	3,59	39	2,65	20
Pair 8	FQ_4.8_Ant	3,23	39	3,10	20
	FQ_4.8_Dep	3,92	39	2,85	20
Pair 9	FQ_4.9_Ant	4,13	39	3,89	19
	FQ_4.9_Dep	4,31	39	3,37	19
Pair 10	FQ_4.10_Ant	2,87	39	1,70	20
	FQ_4.10_Dep	2,85	39	1,90	20
Pair 11	Total_FQ_Ant	31,13	39	26,33	21
	Tota_FQ_Dep	36,26	39	25,33	21

Pela análise dos Quadros 6.16 e 6.17, podemos verificar que o valor médio da pontuação total obtido, relativamente à disciplina de Física e Química, pelo 11° A, foi de 31,13 antes da intervenção, subindo para 36,26 após a mesma. Assim registou-se uma diferença de 5,128 entre os valores obtidos nos dois momentos em que foi aplicado o questionário de atitudes. O valor do teste *t-student* é **3,235** com 38 graus de liberdade.

A significância é de ,003, o que quer dizer que podemos rejeitar a hipótese nula (os valores obtidos para o questionário de atitudes relativamente à disciplina de Física e Química antes e depois da intervenção, são semelhantes), ou seja, existe evidência estatística para afirmar que a intervenção fez aumentar os valores obtidos relativamente à disciplina de Física e Química (hipótese alternativa). É ainda apresentado um intervalo de confiança de 95% para a diferença entre médias, cujo limite inferior é de  $-8,337$  e o limite superior é de  $-1,919$ . Isto significa que os valores médios depois da intervenção são superiores entre  $1,919$  e  $8,337$ .

Pela análise do Quadro 6.17, podemos verificar que dos 10 itens considerados para esta variável, quatro apresentam uma significância inferior a ,005. Trata-se dos itens *FQ\_4.1 - A Física e Química é uma disciplina interessante* (,003), *FQ\_4.4 - A Física e Química é uma disciplina que utiliza palavras fáceis do dia-a-dia, mas com outro significado* (,003), *FQ\_4.6 - As aulas de Física e Química permitem compreender melhor os fenómenos da natureza* (,000) e *FQ\_4.8 - Quando estudo Física e Química descobro coisas novas* (,003).



Quadro 6. 17 - Atitude dos alunos do 11° A relativamente à Física e Química – Teste *t-student*

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	FQ_4.1_Ant - FQ_4.1_Dep	-,846	1,679	,269	-1,390	-,302	-3,148	38	,003
Pair 2	FQ_4.2_Ant - FQ_4.2_Dep	-,436	1,774	,284	-1,011	,139	-1,534	38	,133
Pair 3	FQ_4.3_Ant - FQ_4.3_Dep	-,342	1,400	,227	-,802	,118	-1,506	37	,141
Pair 4	FQ_4.4_Ant - FQ_4.4_Dep	-,667	1,305	,209	-1,090	-,244	-3,191	38	,003
Pair 5	FQ_4.5_Ant - FQ_4.5_Dep	-,564	1,373	,220	-1,009	-,119	-2,567	38	,014
Pair 6	FQ_4.6_Ant - FQ_4.6_Dep	-,974	1,460	,234	-1,448	-,501	-4,168	38	,000
Pair 7	FQ_4.7_Ant - FQ_4.7_Dep	-,333	1,660	,266	-,871	,205	-1,254	38	,217
Pair 8	FQ_4.8_Ant - FQ_4.8_Dep	-,692	1,341	,215	-1,127	-,258	-3,225	38	,003
Pair 9	FQ_4.9_Ant - FQ_4.9_Dep	-,179	1,211	,194	-,572	,213	-,925	38	,361
Pair 10	FQ_4.10_Ant - FQ_4.10_Dep	,026	1,739	,279	-,538	,590	,092	38	,927
Pair 11	Total_FQ_Ant - Total_FQ_Dep	-5,128	9,900	1,585	-8,337	-1,919	-3,235	38	,003

O Quadro 6.18 apresenta os resultados do teste *t-student* relativamente à disciplina de Física e Química, para os alunos do 11° B. Pela sua análise podemos verificar que em nenhum dos itens se observa uma significância inferior a ,005, o que significa dizer que neste grupo de alunos não poderemos rejeitar a hipótese nula, ou

seja, a abordagem efectuada à unidade didáctica em estudo não fez alterar a atitude dos alunos relativamente à disciplina de Física e Química.

**Quadro 6. 18 - Atitude dos alunos do 11º B relativamente à Física e Química – Teste *t*-student**

		Paired Differences							
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	FQ_4.1_Ant - FQ_4.1_Dep	,200	1,881	,421	-,680	1,080	,476	19	,640
Pair 2	FQ_4.2_Ant - FQ_4.2_Dep	,000	1,777	,397	-,832	,832	,000	19	1,000
Pair 3	FQ_4.3_Ant - FQ_4.3_Dep	,000	1,414	,316	-,662	,662	,000	19	1,000
Pair 4	FQ_4.4_Ant - FQ_4.4_Dep	,600	1,392	,311	-,051	1,251	1,928	19	,069
Pair 5	FQ_4.5_Ant - FQ_4.5_Dep	,474	1,504	,345	-,251	1,199	1,372	18	,187
Pair 6	FQ_4.6_Ant - FQ_4.6_Dep	,650	1,387	,310	,001	1,299	2,096	19	,050
Pair 7	FQ_4.7_Ant - FQ_4.7_Dep	-,050	1,731	,387	-,860	,760	-,129	19	,899
Pair 8	FQ_4.8_Ant - FQ_4.8_Dep	,250	1,251	,280	-,336	,836	,893	19	,383
Pair 9	FQ_4.9_Ant - FQ_4.9_Dep	,526	1,611	,370	-,250	1,303	1,424	18	,172
Pair 10	FQ_4.10_Ant - FQ_4.10_Dep	-,200	1,852	,414	-1,067	,667	-,483	19	,635
Pair 11	Total_FQ_Ant - Total_FQ_Dep	1,000	13,733	2,997	-5,251	7,251	,334	20	,742

### 6.1.2.2 Os conhecimentos

Seguindo a mesma estratégia utilizada para as atitudes, em primeiro lugar é feita uma análise da evolução dos conhecimentos dos alunos recorrendo à comparação de médias relativas a cada uma das afirmações, nas duas turmas do Ensino Secundário. De seguida é feita uma avaliação do significado estatístico das diferenças registadas, recorrendo a uma análise estatística descritiva. Para o efeito, são apresentados um quadro com o número de alunos e as médias obtidas em cada uma das afirmações antes e depois da intervenção “*Paired Samples Statistics*”, para as duas turmas do 11º Ano. Este encontra-se subdividido em três partes, correspondendo a primeira parte, Quadro 6.19 i, às primeiras dez afirmações, a segunda parte, Quadro 6.19 ii, às segundas dez afirmações e a terceira parte, Quadro 6.19 iii às restantes onze afirmações. Segue-se um quadro, para cada uma das turmas “*Paired Samples Test*”, que resultou da transposição directa do obtido no programa SPSS 17,0, de forma a não omitir qualquer tipo de informação. Também este se encontra dividido em três partes equivalentes às anteriormente citadas.

Pela leitura do Quadro 6.19 i, podemos ver que o 11º A registou aumentos dos seus valores médios nas dez primeiras afirmações do teste de conhecimentos, enquanto o 11º B registou aumentos em sete, pois nas restantes três manteve. É de salientar que se tratam de afirmações onde a turma B já estava no nível mais elevado e manteve, isto é, todos os alunos da turma acertaram a classificação destas afirmações antes e depois da abordagem ao tema. Trata-se das afirmações *P1 – A água da chuva, a água destilada e a água pura são a mesma substância*, *P3 – As águas subterrâneas são totalmente*

*puras, contendo exclusivamente moléculas de água e P9 – Numa reacção ácido-base ocorre variação de pH.*

**Quadro 6.19 i - Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas no teste de conhecimentos, antes e após a intervenção**

		11° A		11° B	
		Mean	N	Mean	N
Pair 1	P1_Ant	,67	39	1,00 <sup>a</sup>	21
	P1_Dep	,79	39	1,00 <sup>a</sup>	21
Pair 2	P2_Ant	,62	39	,48	21
	P2_Dep	,90	39	,86	21
Pair 3	P3_Ant	,85	39	1,00 <sup>a</sup>	21
	P3_Dep	,90	39	1,00 <sup>a</sup>	21
Pair 4	P4_Ant	,46	39	,71	21
	P4_Dep	,74	39	,95	21
Pair 5	P5_Ant	,54	39	,71	21
	P5_Dep	,85	39	,95	21
Pair 6	P6_Ant	,08	39	,05	21
	P6_Dep	,41	39	,52	21
Pair 7	P7_Ant	,82	39	,81	21
	P7_Dep	,97	39	,95	21
Pair 8	P8_Ant	,44	39	,76	21
	P8_Dep	,82	39	,95	21
Pair 9	P9_Ant	,87	39	1,00 <sup>a</sup>	21
	P9_Dep	,97	39	1,00 <sup>a</sup>	21
Pair 10	P10_Ant	,59	39	,67	21
	P10_Dep	,82	39	,90	21

a. The correlation and t cannot be computed because the standard error of the difference is 0.

Pela leitura do Quadro 6.19 ii podemos verificar que neste segundo grupo de afirmações, as duas turmas aumentaram os seus valores médios em todas as afirmações.

**Quadro 6.19 ii - Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas no teste de conhecimentos, antes e após a intervenção**

		11º A		11º B	
		Mean	N	Mean	N
Pair 11	P11_Ant	,18	39	,43	21
	P11_Dep	,56	39	,62	21
Pair 12	P12_Ant	,59	39	,57	21
	P12_Dep	,74	39	,81	21
Pair 13	P13_Ant	,21	39	,05	21
	P13_Dep	,87	39	,43	21
Pair 14	P14_Ant	,33	39	,57	21
	P14_Dep	,82	39	,81	21
Pair 15	P15_Ant	,49	39	,67	21
	P15_Dep	,87	39	,86	21
Pair 16	P16_Ant	,46	39	,43	21
	P16_Dep	,74	39	,67	21
Pair 17	P17_Ant	,56	39	,43	21
	P17_Dep	,90	39	,81	21
Pair 18	P18_Ant	,41	39	,43	21
	P18_Dep	,87	39	,62	21
Pair 19	P19_Ant	,62	39	,48	21
	P19_Dep	,95	39	,81	21
Pair 20	P20_Ant	,79	39	,48	21
	P20_Dep	,95	39	,67	21

A partir da leitura do Quadro 6.19 iii, respeitante às últimas onze afirmações, podemos verificar que os alunos do 11º A melhoraram os seus valores médios em todas, atingido o valor máximo (um) em duas delas, *P29 – A composição da chuva é variável de uns locais para outros* e *P30 - A exploração mineira pode contribuir para a acidez da água e dos solos*. É de salientar que na situação antes da intervenção, esta turma não apresentava nenhuma afirmação onde todos os alunos tivessem acertado, isto é, não registou o valor máximo em nenhuma delas.

Relativamente aos alunos do 11º B, registou-se uma melhoria dos seus valores médios nas nove últimas afirmações do teste de conhecimentos, verificando-se uma igualdade na afirmação *P21 - A chuva ácida tem efeitos sobre o pH do solo* e uma descida na afirmação *P22 - Existem espécies vegetais adaptadas a solos ácidos*.

Ainda da análise do Quadro 6.19 iii, podemos verificar que a média da Pontuação Total registada no teste de conhecimentos, no 11º A (25,77), foi superior à média registada no mesmo teste, pelos alunos do 11º B (23,81). Será bom lembrar que esta turma, na análise feita, na situação inicial, apresentava um valor da média total superior ao 11º A, o que evidencia claramente o maior progresso feito em termos de conhecimentos pela turma A do 11º Ano.

**Quadro 6.19 iii - Valores das médias obtidas pelos alunos das duas turmas no teste de conhecimentos, antes e após a intervenção**

		11° A		11° B	
		Mean	N	Mean	N
Pair 21	P21_Ant	,85	39	,67	21
	P21_Dep	,97	39	,67	21
Pair 22	P22_Ant	,67	39	,71	21
	P22_Dep	,85	39	,67	21
Pair 23	P23_Ant	,46	39	,48	21
	P23_Dep	,77	39	,76	21
Pair 24	P24_Ant	,44	39	,29	21
	P24_Dep	,97	39	,62	21
Pair 25	P25_Ant	,10	39	,43	21
	P25_Dep	,54	39	,71	21
Pair 26	P26_Ant	,33	39	,57	21
	P26_Dep	,82	39	,67	21
Pair 27	P27_Ant	,72	39	,62	21
	P27_Dep	,90	39	,71	21
Pair 28	P28_Ant	,28	39	,38	21
	P28_Dep	,51	39	,62	21
Pair 29	P29_Ant	,77	39	,62	21
	P29_Dep	1,00	39	,81	21
Pair 30	P30_Ant	,74	39	,57	21
	P30_Dep	1,00	39	,76	21
Pair 31	P31_Ant	,69	39	,52	21
	P31_Dep	,97	39	,62	21
Pair 32	TOTAL_Ant	16,62	39	17,57	21
	Total_Dep	25,77	39	23,81	21

Pela análise do Quadro 6.20 i, podemos verificar que a significância é inferior a ,005 em quatro das primeiras dez afirmações analisadas, verificando-se aumentos dos valores médios em todas as outras, como já referido. São elas as afirmações *P2 - Na*

água pura não existem iões (,001), P5 - O grau de pureza da água, exigido por lei, é o mesmo para as águas que bebemos, ou para a água da rega utilizada na agricultura (003), P6 - A água destinada ao consumo humano é própria se cumprir com os parâmetros microbiológicos exigidos na lei (,000) e P8 - Os medicamentos para a azia têm carácter neutro (,002).

Quadro 6.20 i – Resultados dos alunos do 11ºA no teste de conhecimentos – Teste t-student

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper					
Pair 1	P1_Ant - P1_Dep	-,128	,656	,105	-,341	,084	-1,220	38	,230
Pair 2	P2_Ant - P2_Dep	-,282	,510	,082	-,447	-,117	-3,451	38	,001
Pair 3	P3_Ant - P3_Dep	-,051	,510	,082	-,217	,114	-,628	38	,534
Pair 4	P4_Ant - P4_Dep	-,282	,724	,116	-,517	-,047	-2,434	38	,020
Pair 5	P5_Ant - P5_Dep	-,308	,614	,098	-,507	-,109	-3,132	38	,003
Pair 6	P6_Ant - P6_Dep	-,333	,478	,076	-,488	-,179	-4,359	38	,000
Pair 7	P7_Ant - P7_Dep	-,154	,432	,069	-,294	-,014	-2,226	38	,032
Pair 8	P8_Ant - P8_Dep	-,385	,711	,114	-,615	-,154	-3,376	38	,002
Pair 9	P9_Ant - P9_Dep	-,103	,384	,061	-,227	,022	-1,670	38	,103
Pair 10	P10_Ant - P10_Dep	-,231	,667	,107	-,447	-,014	-2,160	38	,037



Pela análise do Quadro 6.20 ii, podemos verificar que existe significância inferior a ,005 em sete das segundas dez afirmações do teste de conhecimentos. São elas *P11 - Os indicadores modificam a cor dos ácidos e das bases* (,000), *P13 - O pH de uma solução depende da temperatura* (,000), *P14 – Se o pH de uma solução aumentar, diminui a sua alcalinidade* (,000), *P15 – A concentração de iões  $H_3O^+$  na água a 75° C é igual à concentração de iões  $H_3O^+$  na água a 25° C* (,002), *P17 - A dissolução de dióxido de carbono na água da chuva faz diminuir a sua acidez* (,001), *P18 - As chuvas ácidas só ocorrem em zonas muito industrializadas* (,000) e *P19 - Os ácidos fortes encontrados nas chuvas ácidas são o  $HNO_3$  e o  $H_2SO_4$*  (,000). De salientar ainda que, destas sete, cinco apresentam uma significância de ,000.

Pela análise do Quadro 6.20 iii, podemos verificar que existe significância inferior a ,005 em seis das últimas onze afirmações do teste de conhecimentos. São elas *P24 - Os óxidos de azoto são formados sobretudo nos motores dos veículos automóveis* (,000), *P25 – A chuva ácida tem origem na reacção do dióxido de carbono atmosférico com óxidos de azoto e de enxofre de origem antrópica* (,000), *P26 – A acidez do solo pode ser corrigida com carbonato de cálcio* (,000), *P29 - A composição da chuva é variável de uns locais para outros* (,002), *P30 - A exploração mineira pode contribuir para a acidez da água e dos solos* (,001) e *P31 - A maior fonte de  $SO_x$  antrópico é a indústria* (,001). De salientar ainda que três destas onze afirmações apresentam significância ,000.

Quadro 6.20 ii – Resultados dos alunos do 11ºA no teste de conhecimentos – Teste t-student

**Paired Samples Test 11º A**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 11 P11_Ant - P11_Dep	-,385	,590	,094	-,576	-,193	-4,071	38	,000
Pair 12 P12_Ant - P12_Dep	-,154	,670	,107	-,371	,063	-1,433	38	,160
Pair 13 P13_Ant - P13_Dep	-,667	,621	,099	-,868	-,465	-6,701	38	,000
Pair 14 P14_Ant - P14_Dep	-,487	,601	,096	-,682	-,292	-5,059	38	,000
Pair 15 P15_Ant - P15_Dep	-,385	,711	,114	-,615	-,154	-3,376	38	,002
Pair 16 P16_Ant - P16_Dep	-,282	,686	,110	-,505	-,060	-2,567	38	,014
Pair 17 P17_Ant - P17_Dep	-,333	,577	,092	-,520	-,146	-3,606	38	,001
Pair 18 P18_Ant - P18_Dep	-,462	,505	,081	-,625	-,298	-5,707	38	,000
Pair 19 P19_Ant - P19_Dep	-,333	,530	,085	-,505	-,162	-3,929	38	,000
Pair 20 P20_Ant - P20_Dep	-,154	,432	,069	-,294	-,014	-2,226	38	,032

Quadro 6.20 iii – Resultados dos alunos do 11ºA no teste de conhecimentos – Teste t-student

Paired Samples Test 11º A								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 21 P21_Ant - P21_Dep	-,128	,409	,066	-,261	,004	-1,957	38	,058
Pair 22 P22_Ant - P22_Dep	-,179	,601	,096	-,374	,015	-1,864	38	,070
Pair 23 P23_Ant - P23_Dep	-,308	,694	,111	-,533	-,083	-2,768	38	,009
Pair 24 P24_Ant - P24_Dep	-,538	,555	,089	-,718	-,359	-6,062	38	,000
Pair 25 P25_Ant - P25_Dep	-,436	,502	,080	-,599	-,273	-5,419	38	,000
Pair 26 P26_Ant - P26_Dep	-,487	,601	,096	-,682	-,292	-5,059	38	,000
Pair 27 P27_Ant - P27_Dep	-,179	,556	,089	-,360	,001	-2,016	38	,051
Pair 28 P28_Ant - P28_Dep	-,231	,706	,113	-,460	-,002	-2,042	38	,048
Pair 29 P29_Ant - P29_Dep	-,231	,427	,068	-,369	-,092	-3,376	38	,002
Pair 30 P30_Ant - P30_Dep	-,256	,442	,071	-,400	-,113	-3,620	38	,001
Pair 31 P31_Ant - P31_Dep	-,282	,510	,082	-,447	-,117	-3,451	38	,001
Pair32 TOTAL_Ant - Total_Dep	-9,154	5,829	,933	-11,043	-7,264	-9,807	38	,000

Registou-se, assim, uma diferença de 9,154 entre os valores obtidos nos dois momentos em que foi aplicado o questionário de conhecimentos. O valor do teste *t-student* é 9,807 com 38 graus de liberdade. A significância é de ,000, o que quer dizer que podemos rejeitar a hipótese nula (os valores obtidos para o questionário de conhecimentos antes e depois da intervenção, são semelhantes), ou seja, existe evidência estatística para afirmar que a intervenção fez aumentar os conhecimentos dos alunos relativamente aos conteúdos da unidade 2 (hipótese alternativa). É apresentado um intervalo de confiança de 95% para a diferença entre médias, cujo limite inferior é de -11,043 e o limite superior é de - 7,264. Isto significa que, os valores médios depois da intervenção são superiores entre 7,264 e 11,043.

Fazendo agora uma análise global dos três Quadros 6.20, podemos verificar que os alunos da turma A obtiveram significância inferior a ,000 em mais de metade do total das afirmações (dezassete das trinta e uma). Poderemos pois afirmar que a intervenção didáctica contribuiu de forma significativa para aumentar o conhecimento dos alunos no assunto em estudo.

Pela leitura do Quadro 6.21 i, podemos verificar que os alunos da turma B apenas obtiveram significância inferior a ,005 em duas das afirmações, em P2 - *Na água pura não existem iões* (,002) e em P6 - *A água destinada ao consumo humano é própria se cumprir com os parâmetros microbiológicos exigidos na lei* (,000). De salientar que o Quadro 6.21 i apresenta apenas sete afirmações, pois nas restantes três não se registou qualquer diferença entre os valores obtidos pelos alunos antes e depois da abordagem ao tema. São afirmações em que a média antes e depois da abordagem é máxima, não havendo portanto qualquer diferença ao nível da média nem ao nível do desvio padrão.

Fazendo a comparação com o 11° A, podemos concluir que no 11° B, o aumento dos conhecimentos com significado estatístico só foi atingido em metade das afirmações daquela turma.

**Quadro 6.21 i – Resultados dos alunos do 11°B no teste de conhecimentos – Teste t-student**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 2	P2_Ant - P2_Dep	-,381	,498	,109	-,607	-,154	-3,508	20	,002
Pair 4	P4_Ant - P4_Dep	-,238	,436	,095	-,437	-,039	-2,500	20	,021
Pair 5	P5_Ant - P5_Dep	-,238	,436	,095	-,437	-,039	-2,500	20	,021
Pair 6	P6_Ant - P6_Dep	-,476	,512	,112	-,709	-,243	-4,264	20	,000
Pair 7	P7_Ant - P7_Dep	-,143	,359	,078	-,306	,020	-1,826	20	,083
Pair 8	P8_Ant - P8_Dep	-,190	,402	,088	-,374	-,007	-2,169	20	,042
Pair 10	P10_Ant - P10_Dep	-,238	,539	,118	-,483	,007	-2,024	20	,056

Pela leitura do Quadro 6.21 ii, podemos verificar que os alunos da turma B apenas obtiveram significância igual ou inferior a ,005 em três das afirmações, em *P13 - O pH de uma solução depende da temperatura* (,002), em *P17 - A dissolução de dióxido de carbono na água da chuva faz diminuir a sua acidez* (,002) e em *P19 - Os ácidos*

*fortes encontrados nas chuvas ácidas são o  $HNO_3$  e o  $H_2SO_4$  (,005).* Fazendo também a comparação com o 11° A, podemos concluir que no 11° B o aumento dos conhecimentos com significado estatístico só foi atingido em menos de metade das afirmações daquela turma.

**Quadro 6.21 ii – Resultados dos alunos do 11°B no teste de conhecimentos – Teste t-student**

Paired Samples Test 11° B								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 11 P11_Ant - P11_Dep	-,190	,402	,088	-,374	-,007	-2,169	20	,042
Pair 12 P12_Ant - P12_Dep	-,238	,436	,095	-,437	-,039	-2,500	20	,021
Pair 13 P13_Ant - P13_Dep	-,381	,498	,109	-,607	-,154	-3,508	20	,002
Pair 14 P14_Ant - P14_Dep	-,238	,436	,095	-,437	-,039	-2,500	20	,021
Pair 15 P15_Ant - P15_Dep	-,190	,512	,112	-,423	,042	-1,706	20	,104
Pair 16 P16_Ant - P16_Dep	-,238	,436	,095	-,437	-,039	-2,500	20	,021
Pair 17 P17_Ant - P17_Dep	-,381	,498	,109	-,607	-,154	-3,508	20	,002
Pair 18 P18_Ant - P18_Dep	-,190	,512	,112	-,423	,042	-1,706	20	,104
Pair 19 P19_Ant - P19_Dep	-,333	,483	,105	-,553	-,113	-3,162	20	,005
Pair 20 P20_Ant - P20_Dep	-,190	,512	,112	-,423	,042	-1,706	20	,104

Relativamente às últimas onze afirmações do teste de conhecimentos, podemos verificar pela análise do Quadro 6.21 iii que em nenhuma delas estes alunos obtiveram subidas com significância inferior a ,005. No entanto, para a média da pontuação total deste mesmo teste, obtiveram uma significância de ,000, o que permite rejeitar a hipótese nula (os valores obtidos para o teste de conhecimentos antes e depois da abordagem ao tema, são semelhantes), ou seja, existe evidência estatística para afirmar que a abordagem fez aumentar os conhecimentos dos alunos acerca do conteúdo tratado (hipótese alternativa).

Registou-se uma diferença de 6,238 entre os valores obtidos nos dois momentos em que foi aplicado o teste de conhecimentos, e o valor do teste *t-student* é 7,841 com 20 graus de liberdade. É apresentado um intervalo de confiança de 95% para a diferença entre médias, cujo limite inferior é de - 7,898 e o limite superior é de - 4,579. Isto significa que os valores médios depois da abordagem são superiores entre 4,579 e 7,898.

Comparando o valor do teste *t-student* e os limites máximos e mínimos das diferenças obtidas nas duas turmas, podemos concluir que estes foram mais elevados no 11º A.

Quadro 6.21 iii – Resultados dos alunos do 11ºB no teste de conhecimentos – Teste t-student

Paired Samples Test 11º B								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 21 P21_Ant - P21_Dep	,000	,548	,120	-,249	,249	,000	20	1,000
Pair 22 P22_Ant - P22_Dep	,048	,669	,146	-,257	,352	,326	20	,748
Pair 23 P23_Ant - P23_Dep	-,286	,561	,122	-,541	-,031	-2,335	20	,030
Pair 24 P24_Ant - P24_Dep	-,333	,577	,126	-,596	-,071	-2,646	20	,016
Pair 25 P25_Ant - P25_Dep	-,286	,644	,140	-,579	,007	-2,034	20	,055
Pair 26 P26_Ant - P26_Dep	-,095	,700	,153	-,414	,224	-,623	20	,540
Pair 27 P27_Ant - P27_Dep	-,095	,625	,136	-,380	,189	-,698	20	,493
Pair 28 P28_Ant - P28_Dep	-,238	,625	,136	-,523	,046	-1,746	20	,096
Pair 29 P29_Ant - P29_Dep	-,190	,512	,112	-,423	,042	-1,706	20	,104
Pair 30 P30_Ant - P30_Dep	-,190	,512	,112	-,423	,042	-1,706	20	,104
Pair 31 P31_Ant - P31_Dep	-,095	,539	,118	-,341	,150	-,810	20	,428
Pair32 Total_Ant - Total_Dep	-6,238	3,646	,796	-7,898	-4,579	-7,841	20	,000

Por último, de referir que nos quatro itens (9, 13, 14 e 15) relativos a conceitos mais especificamente ligados ao tema da acidez, o grupo experimental obteve uma diferença de médias, antes e após a intervenção, com evidência estatística, em três itens contra apenas um do grupo de controlo.



## 6.2 Resultados qualitativos

Neste ponto irá ser analisado o conteúdo das três questões abertas do Questionário Q1, onde os alunos manifestaram as suas opiniões sobre a qualidade da água na região em que vivem, sobre a importância das visitas de estudo e das saídas de campo para aprendizagem de Ciência e sobre a importância das aulas experimentais para a aprendizagem de Ciência.

Para cada uma das três questões foram definidas categorias de análise de forma a sistematizar e facilitar a análise das respostas dadas pelos alunos.

Relativamente à questão *2.11 Consideras a água disponível na tua região de qualidade?* e *a) Na tua opinião, que factores influenciam essa qualidade?*, foram definidas as nove categorias seguintes:

A – Zona pouco poluída

B – Tratamentos utilizados

C – Presença de fertilizantes e pesticidas utilizados na agricultura

D – Factores climáticos

E – Poluição

F – Tipo de solo

G – Comportamentos do ser Humano

H – Inexistência de indústrias na zona

I – Presença de calcário

Pela leitura dos dados constantes no **Anexo VI**, verificamos que a opinião dos alunos do 8º Ano e do 11º Ano difere no que diz respeito à qualidade da água. A maioria dos alunos do Ensino Básico (25 em 28) considera a água de qualidade, enquanto no Ensino Secundário apenas cerca de metade dos alunos considera que a água da nossa região é de qualidade. Após a intervenção, as opiniões dos alunos da turma A do 11º ano mantêm-se, mas as dos alunos da turma B alteram-se, passando a apresentar, cerca de três quartos da turma, a opinião de que a água desta região não é de qualidade. Ainda pela análise dos dados do **Anexo VI**, podemos verificar que o número de respostas deixadas em branco pelos alunos aumentou para mais do dobro, nas duas turmas, na aplicação do questionário após a intervenção didáctica.

Pela análise dos elementos constantes no Quadro 6.22, pode verificar-se que existem algumas diferenças entre as respostas dos três grupos de alunos. Assim, para os alunos do 11º Ano, o factor que maior influência tem na qualidade da água da nossa região é a poluição (referida 17 vezes antes da intervenção e 10 depois, pelo 11ºA e 7 vezes antes e três depois, pelo 11º B). O tratamento dado à água é o segundo factor mais referido por estes dois grupos de alunos. Tanto o tratamento utilizado como a poluição, são factores mencionados para justificar a boa (pouca poluição e adequado tratamento) e a má (elevada poluição e inadequado tratamento) qualidade da água. Já os aspectos mais referidos pelos alunos do 8º Ano são a cidade ser pouco poluída, os factores climáticos e o comportamento do ser Humano. Factores como a presença de fertilizantes e pesticidas utilizados na agricultura, a inexistência de indústrias na zona e a elevada quantidade de calcário são também referidos, embora em menor número de vezes.

Quadro 6. 22 - Frequência das categorias – Questão 2.11 a)

Categorias	Códigos dos indicadores (cf. Anexo III)	Unidades de Registo		
		11º A	11º B	8º Ano
A - Zona pouco poluída	5.8 – 10.8 – 29.11A2	1	0	2
B - Tratamentos utilizados	11.8 – 1.11A1 – 3.11A1 – 6.11A1 – 8.11A1 – 20.11A1 – 22.11A2 – 28.11A2 – 31.11A2 – 38.11A2 – 42.11B – 45.11B – 48.11B – 49.11B – 51.11B – 55.11B – 5.11A1* – 6.11A1* – 7.11A1* – 20.11A1* – 22.11A2* – 47.11B* – 57.11B*	9/5*	6/2*	1
C - Presença de fertilizantes e pesticidas utilizados na agricultura	15.8 – 19.11A1 – 33.11A2 – 56.11B – 45.11B*	2/0*	1/1*	1
D - Factores climáticos	17.8 – 24.8 – 24.11A2 – 35.11A2* – 42.11B*	1/1*	0/1*	2
E - Poluição	22.8 – 6.11A1 – 9.11A1 – 14.11A1 – 16.11A1 – 18.11A1 – 19.11A1 – 22.11A2 – 23.11A2 – 25.11A2 – 26.11A2 – 27.11A2 – 31.11A2 – 32.11A2 – 34.11A2 – 35.11A2 – 36.11A2 – 39.11A2 – 40.11B – 42.11B – 47.11B – 52.11B – 53.11B – 54.11B – 57.11B – 59.11B – 2.11A1* – 11.11A1* – 12.11A1* – 14.11A1* – 15.11A1* – 24.11A2* – 27.11A2* – 31.11A2* – 32.11A2* – 36.11A2* – 44.11B* – 48.11B* – 54.11B*	17/10*	7/3*	1
F - Tipo do solo	11.11A1 – 24.11A2 – 58.11B – 45.11B* – 58.11B*	2/0*	1/2*	0
G - Comportamentos do ser Humano	2.8 – 22.8 – 17.11A1 – 22.11A2 – 23.11A2 – 40.11B – 11.11A1* – 22.11A2* – 24.11A2* – 32.11A2* – 35.11A2*	3/5*	1/0*	2
H - Inexistência de indústrias na zona	33.11A2 – 9.11A1* – 33.11A2*	1/2*	0/0*	0
I – Presença de calcário	28.8 – 7.11A1 – 26.11A2 – 34.11A2 – 50.11B – 3.11A1* – 10.11A1* – 13.11A1* – 26.11A2* – 44.11B*	3/4*	1/1*	1

\* Respostas dadas após a intervenção didáctica

Da leitura realizada às opiniões dos alunos sobre os diferentes factores que influenciam a qualidade da água é notória a relação estabelecida por alguns deles entre a poluição e o comportamento do ser Humano. São exemplo disso os indicadores:

*24.11A2\* “Os factores que influenciam a qualidade da água são principalmente a poluição, o seu uso incorrecto e a vigilância desadequada”*

**23.11A2** “*A actividade humana, em especial o despejo de resíduos*”

**22.8** “*A poluição, o gasto desnecessário e o uso excessivo*”

Relativamente à questão **3.14** *As visitas de estudo e as saídas de campo constituem um meio para aprender ciência. Concordas? e a) Porquê?*, os alunos responderam “sim”, sem excepção, antes e depois da intervenção. Quanto ao porquê de concordarem com o facto de as visitas de estudo e saídas de campo constituírem um meio de aprender Ciência, as opiniões são diversas e podem agrupar-se nas seguintes categorias:

J – Possibilitam o contacto com coisas novas e diferentes

K – Possibilitam o contacto com a Natureza

L – Ajudam a compreender melhor a Ciência

M – São interessantes e motivadoras

N – Facilitam a compreensão dos assuntos estudados

O – Proporcionam aulas mais descontraídas

P – Permitem visualizar na prática o que é dado na teoria

De referir que também nesta questão, o número de respostas em branco aumentou na segunda aplicação do questionário.

Pela análise do Quadro 6.23, podemos verificar que as categorias mais referidas pelos três grupos de alunos são a K, a N e a P. A categoria J também é bastante referida pelos alunos do 8º Ano.

Quadro 6.23 - Frequência das categorias – Questão 3.14 a)

Categorias	Códigos dos indicadores (cf. Anexo III)	Unidades de Registo		
		11º A	11º B	8º Ano
J – Possibilitam o contacto com coisas novas e diferentes	1.8 – 3.8 – 16.8 – 19.8 – 2.11A1 – 5.11A1 – 33.11A2 – 53.11B – 56.11B – 57.11B – 58.11B	3/0*	4/0*	4
K – Possibilitam o contacto com a Natureza	1.8 – 4.8 – 9.8 – 16.8 – 24.8 – 1.11A1 – 6.11A1 – 14.11A1 – 15.11A1 – 24.11A2 – 25.11A2 – 26.11A2 – 29.11A2 – 32.11A2 – 38.11A2 – 39.11A2 – 42.11B – 43.11B – 47.11B – 50.11B – 52.11B – 54.11B – 55.11B – 3.11A1* – 7.11A1* – 10.11A1* – 11.11A1* – 13.11A1* – 16.11A1* – 29.11A2* – 33.11A2* – 41.11B* – 46.11B* – 56.11B*	11/8*	7/3*	5
L – Ajudam a compreender melhor a Ciência	5.8 – 10.8 – 4.11A1 – 23.11A2 – 24.11A2 – 28.11A2 – 34.11A2 –	5/0*	0/0*	2
M – São interessantes e motivadoras	6.8 – 19.8 – 18.11A1 – 21.11A2 – 22.11A2 – 28.11A2 – 35.11A2 – 37.11A2 – 41.11B – 42.11B – 2.11A1* – 5.11A1* – 25.11A2* – 32.11A2* – 40.11B* – 42.11B* – 45.11B*	6/4*	2/3*	2
N – Facilitam a compreensão dos assuntos estudados	11.8 – 14.8 – 19.8 – 28.8 – 3.11A1 – 11.11A1 – 13.11A1 – 17.11A1 – 31.11A2 – 45.11B – 47.11B – 50.11B – 59.11B – 3.11A1* – 7.11A1* – 11.11A1* – 16.11A1* – 20.11A1* – 30.11A2* – 41.11B* – 56.11B* – 57.11B*	5/6*	4/3*	4
O – Proporcionam aulas mais descontraídas	17.8 – 25.11A2 – 36.11A2*	1/1*	0/0*	1
P – Permitem visualizar na prática o que é dado na teoria	2.8 – 15.8 – 18.8 – 22.8 – 7.11A1 – 8.11A1 – 9.11A1 – 16.11A1 – 27.11A2 – 29.11A2 – 30.11A2 – 31.11A2 – 33.11A2 – 36.11A2 – 37.11A2 – 40.11B – 48.11B – 6.11A1* – 8.11A1* – 9.11A1* – 15.11A1* – 21.11A2* – 22.11A2* – 24.11A2* – 25.11A2* – 26.11A2* – 27.11A2* – 31.11A2* – 34.11A2* – 35.11A2* – 44.11B* – 47.11B* – 48.11B* – 49.11B* – 50.11B* – 58.11B*	11/13*	2/6*	4

\* Respostas dadas após a intervenção didáctica

Algumas das opiniões registadas, nesta questão, mostram que os alunos consideram bastante vantajosas as visitas de estudo e as saídas de campo como um meio para aprender Ciência. Esta ideia está bem patente nas respostas:

*19.8 “Concordo porque assim podemos compreender a matéria e muitas vezes podemos ver e tocar o que nos entusiasma bastante”*

*3.11A1 “Porque de certa forma aprendemos não só com o que nos é explicado nas aulas, mas também a ver e a ter experiências que as visitas de estudo nos permitem ter”*

*37.11A2 “Porque nos motiva mais para esta área, tanto para aprendermos como para estudarmos. E assim nas visitas de estudo podemos aprender mais sobre a matéria e até concluir para que curso queremos ir”*

Relativamente à questão **4.11** *As aulas onde se realizam experiências também constituem um meio para aprender ciência. Concordas?*, os alunos do 8º Ano e do 11ºA (nos dois momentos em que foi aplicado o questionário), responderam todos “sim”, enquanto que no 11º B, um aluno, antes da abordagem e quatro após esta, responderam “não”.

No que diz respeito à questão **4.11 a) Porquê?**, o número de respostas em branco, após a intervenção didáctica, diminuiu no 11ºA e aumentou no 11ºB.

Para sistematizar as respostas dadas pelos alunos, a esta questão, foram definidas as seguintes categorias:

Q – Possibilitam a aprendizagem de coisas novas

R – Possibilitam uma melhor compreensão dos assuntos estudados

S – São interessantes

T – Permitem pôr em prática o que é estudado na teoria

U – Possibilitam a observação dos fenómenos

V – Permitem o contacto com o material e com novas situações

**Quadro 6.24 - Frequência das categorias – Questão 4.11 a)**

Categorias	Códigos dos indicadores (cf. Anexo III)	Unidades de Registo		
		11° A	11° B	8° Ano
Q – Possibilitam a aprendizagem de coisas novas	1.8 – 4.8 – 9.8 – 16.8 – 24.11A2 – 26.11A2 – 35.11A2 – 49.11B – 55.11B – 11.11A1* – 16.11A1* – 41.11B*	3/2*	2/1*	4
R – Possibilitam uma melhor compreensão dos assuntos estudados	5.8 – 10.8 – 5.11A1 – 6.11A1 – 8.11A1 – 9.11A1 – 17.11A1 – 18.11A1 – 20.11A1 – 25.11A2 – 28.11A2 – 33.11A2 – 35.11A2 – 36.11A2 – 37.11A2 – 39.11A2 – 50.11B – 57.11B – 59.11B – 3.11A1* – 5.11A1* – 6.11A1* – 7.11A1* – 30.11A2* – 58.11B*	14/5*	3/1*	2
S – São interessantes	6.8 – 39.11A2 – 42.11B – 49.11B – 56.11B – 60.11B – 2.11A1* – 5.11A1* – 32.11A2* – 36.11A2*	1/4*	4/0*	1
T – Permitem pôr em prática o que é estudado na teoria	11.8 – 15.8 – 17.8 – 22.8 – 9.11A1 – 22.11A2 – 24.11A2 – 27.11A2 – 29.11A2 – 45.11B – 15.11A1* – 24.11A2* – 26.11A2* – 27.11A2* – 35.11A2* – 56.11B*	5/5*	1/1*	4
U – Possibilitam a observação dos fenómenos	3.8 – 19.8 – 58.11B – 2.11A1* – 45.11B* – 47.11B*	0/1*	1/2*	2
V – Permitem o contacto com o material e com novas situações	1.11.A1 – 16.11A1 – 18.11A1 – 24.11A2 – 32.11A2 – 38.11A2 – 40.11B – 42.11B – 47.11B – 51.11B – 3.11A1* – 12.11A1* – 13.11A1* – 16.11A1* – 22.11A2* – 24.11A2* – 44.11B*	6/6*	4/1*	0

\* Respostas dadas após a intervenção didáctica

Pela análise dos dados constantes no Quadro 6.24, podemos verificar que as categorias mais referidas pelos alunos do 8º Ano e pelos do Ensino Secundário não são exactamente as mesmas. Os alunos do Ensino Básico referem um maior número de vezes as categorias Q e T, enquanto que as mais referidas, pelos alunos do Ensino Secundário, são as R e V. A categoria R foi referida em número de vezes bastante superior a todas as outras, pelos alunos da turma A (turma alvo da intervenção didáctica). Estes dados levam-nos a concluir que os alunos do 11º Ano acreditam que as aulas onde se realizam experiências constituem um meio para aprender ciência porque

possibilitam uma melhor compreensão dos assuntos estudados, para além de permitirem o contacto com o material e com novas situações. Também consideram, embora com menor número de referências, que as aulas onde se realizam experiências são interessantes e motivadoras, permitem pôr em prática o que aprendem na teoria e possibilitam a aprendizagem de coisas novas.

A seguir é citada a opinião de um aluno onde está bem clara a importância atribuída à realização de actividades experimentais.

*5.11A1\* “Porque através das aulas práticas e ao se realizarem as experiências aprende-se com maior facilidade a matéria leccionada e torna-se mais interessante aprendê-la. As aulas práticas fazem com que os alunos fiquem mais interessados na matéria”*

### **6.3 Avaliação final da intervenção didáctica**

Foram recolhidas opiniões escritas dos alunos sobre as actividades desenvolvidas no âmbito da intervenção. A informação recolhida foi analisada de acordo com as seguintes categorias: i) motivação (M); ii) abordagem pedagógica (P); iii) dificuldades sentidas (D); iv) o que mais gostaram (G) e v) o que menos gostaram (N). Entre parêntesis encontra-se a letra que representa cada categoria. Embora alguns registos possam ser associados a várias categorias, optou-se aqui por associar cada registo a uma única categoria. Os registos aparecem identificados por duas letras, a



primeira identificando o aluno, a segunda a categoria, e a respectiva numeração, para os distinguir dentro da categoria.

i) Motivação

Os alunos sentiram-se motivados na realização das várias actividades no decorrer da Unidade, de acordo com registos como:

*“Nestas aulas vimos um filme, fomos à MSD, fazíamos relatórios e, no fim, as aulas tornavam-se interessantes” (C-M1)*

*“Estas aulas foram muito diversificadas, o que suscitou a curiosidade, o interesse e a participação de todos os alunos” (I-M2)*

*“Todas estas aulas foram produtivas e interessantes” (Q-M3)*

ii) Abordagem pedagógica

Embora tivesse sido solicitada aos alunos uma avaliação completamente aberta sobre a intervenção, os alunos não deixaram de manifestar-se sobre algumas questões do ponto de vista didáctico, como se pode verificar em alguns registos:

*“Gostei da forma diversificada como estas aulas foram abordadas” (A-P1)*

*“Gostei muito do método de ensino, pois as aulas foram muito diversificadas” (B-P2)*

*“Desde o visionamento do filme às aulas experimentais, aos exercícios que tínhamos de resolver, a fim de descobrir causas, arranjar hipóteses, etc, achei que tudo foi interessante e importante para as aprendizagens” (I-P3)*

*“Penso que os trabalhos práticos que fizemos foram uma boa forma para compreender a matéria, pois temos que pesquisar e perceber a matéria, para que possamos explicar à turma” (K-P4)*

*“Gostei de trabalhar no laboratório, porque trabalhámos em grupo, e ajudamo-nos uns aos outros” (M-P5)*

iii) Dificuldades sentidas

Os alunos referiram como principal dificuldade a falta de tempo.

*“O meu grupo não funcionou muito bem e tivemos dificuldade em cumprir os prazos para entrega dos relatório.” (I-D1)*

iv) O que mais gostaram

De acordo com os registos dos alunos, as aulas práticas foram as preferidas, com destaque para a saída de campo à MSD e para as aulas laboratoriais.

*“O que gostei mais foi da viagem à MSD” (N-G1)*

*“Gostei particularmente das aulas práticas, pois acho que com estas percebemos melhor a matéria” (S-G2)*

*“O que mais gostei foi as experiências que realizámos” (W-G3)*

v) O que menos gostaram

Os alunos não manifestaram pontos negativos relevantes, a não ser o facto de, no âmbito da aplicação da abordagem baseada na resolução de problemas, serem confrontados com uma menor orientação do professor, o que trouxe insegurança para alguns.

*“O que não gostei foram aqueles trabalhos práticos que tínhamos que fazer sem dar a matéria” (F-N1)*



## **Capítulo 7**

# *CONCLUSÃO*

---



## **7. Conclusão**

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões mais importantes obtidas a partir do estudo realizado, bem como as implicações pedagógicas e as reflexões consideradas pertinentes. Serão ainda explicitadas as principais limitações e potencialidades do estudo e sugeridas algumas pistas para futuras investigações.

### **7.1 – Considerações sobre a metodologia**

O percurso feito com um grupo de alunos, não é fácil de analisar no âmbito de uma intervenção que decorreu num espaço temporal de cerca de cinco semanas (mas que foi preparada ao longo de muitas mais), com vários intervenientes, muitos contextos diferentes e ainda muitas mais variáveis a considerar.

O carácter interventivo desta investigação tem pois de ser tido em conta. Enquanto professores participantes na intervenção podemos facilmente transmitir a nossa experiência, não quantificável. Mas, enquanto investigadores temos de conseguir um certo distanciamento e neutralidade para analisar, o mais objectivamente possível, o modo como correu a investigação e encontrar respostas para as questões colocadas antes da intervenção. Daí que tenha sido assumido desde o início a complementaridade de métodos quantitativos e qualitativos para a recolha de dados.

Tendo em atenção o referido carácter interventivo da investigação, a opção pela dupla função de investigadora e professora revelou-se ajustada, pois facilitou a recolha de dados. No entanto, esta opção poderá ter contribuído para a perda de alguma objectividade, que se tentou suprimir pelo já referido cruzamento de dados qualitativos e quantitativos. Contudo, é preciso reconhecer que, num estudo desta natureza, estão comprometidas logo à partida as generalizações a fazer. Ainda em termos metodológicos, de referir também as limitações resultantes de não poderem ser escolhidos aleatoriamente os elementos pertencentes aos grupos experimental e de controlo, pelo que não foi considerado pertinente a caracterização do grupo de controlo, nos moldes em que foi feita para o grupo experimental (turma alvo da intervenção).

## **7.2 - Análise crítica da intervenção**

Uma vez decidido que a investigadora também seria participante na intervenção, as demais opções tornaram-se naturais, ou seja, foi escolhida a escola onde a investigadora lecciona e alguns dos seus alunos tornaram-se o alvo da intervenção.

A escolha do tema da intervenção, resultado de um conhecimento dos problemas locais e da ligação da investigadora à região, revelou-se adequada, permitindo o desenvolvimento de actividades de trabalho prático (de campo e laboratorial) que a tornaram mais motivadora e significativa para os alunos. O desenvolvimento dessas actividades práticas, seguindo uma metodologia baseada na resolução de problemas, permitiu o envolvimento dos alunos na sua concepção, planificação e execução, com o consequente aumento do grau de interesse e de participação.

Como aspectos positivos da intervenção, podem ser considerados:

- ☞ a concretização efectiva de uma componente prática equilibrada relativamente à teórica, de acordo com o pretendido no programa oficial da disciplina;
- ☞ o seu carácter multidisciplinar, que possibilitou o contributo de outros docentes e das disciplinas que leccionam;
- ☞ a possibilidade de contribuir de forma interveniente para melhorar o sucesso dos alunos numa disciplina que, logo à partida, é considerada “difícil”;
- ☞ a possibilidade de adoptar uma abordagem mais ambiciosa mas simultaneamente mais diversificada e compensadora;
- ☞ o estabelecimento de uma boa relação pessoal entre professores e alunos.

Como aspecto menos positivo, pode ser considerado o facto de ser necessário um maior número de tempos lectivos, relativamente ao número previsto para a leccionação da unidade segundo uma abordagem tradicional, sendo portanto difícil a sua generalização às restantes unidades do programa sem comprometer o seu cumprimento na íntegra. Acrescente-se que a dificuldade de estender a mais temas ou mais disciplinas uma abordagem com características semelhantes àquela que aqui é proposta é também um aspecto menos positivo porque limita a obtenção de dados sobre a sua eficácia.

Em jeito de balanço, acrescente-se que foram produzidos alguns materiais que poderão ser considerados inovadores e facilitadores da aprendizagem dos conteúdos da segunda unidade da Química, “Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra”, do programa de Física e Química A – 11º Ano, constituindo um contributo que poderá ser partilhado por outros docentes no ensino desta unidade, mas a principal inovação na intervenção terá sido mesmo um protagonismo menos transmissivo da(s)



professora(s) e das práticas desenvolvidas, mas mais facilitador e motivador do envolvimento e participação dos alunos.

### 7.3 – Conclusões

Tendo em conta os fundamentos teóricos apresentados e os objectivos que estiveram na base da sua concepção, no presente trabalho tentou-se encontrar respostas para a questão:

*Poderão as actividades práticas, enquanto actividades de investigação a partir de um problema real, contribuir para que os alunos melhorem as suas aprendizagens nas ciências e na Física e Química em particular, e mudar a atitude face ao ambiente e ao consumo de água?*

Esta questão foi desdobrada em múltiplas outras, a que se tenta agora responder individualmente:

☞ Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem não tradicional, contribuir para aprendizagens mais significativas relativas ao conceito de acidez?

No que diz respeito a conteúdos da unidade 2, ambas as abordagens contribuíram para que os alunos melhorassem os seus conhecimentos, com evidência estatística, embora no grupo experimental a diferença entre as médias antes e após a

intervenção fosse superior à do grupo de controlo. No que diz respeito especificamente ao conceito de acidez, os dados também apontam para aprendizagens mais significativas como resultado da intervenção e, podemos pensar, das actividades práticas desenvolvidas. Fica assim também suportada a ideia de que a realização de actividades práticas experimentais é de extrema importância, quer em termos de aquisição de conhecimentos, quer no que diz respeito à criação de hábitos de trabalho e ao desenvolvimento do raciocínio. Os alunos deverão ser colocados frequentemente perante factos e argumentos, sobre os quais tenham que raciocinar.

☞ Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem CTSA, contribuir para mudar as atitudes dos alunos face ao ensino das ciências e da Física e Química, em particular?

Não foi medido especificamente o impacto da abordagem CTSA, uma das várias dimensões da intervenção realizada, mas os resultados mostraram que após a intervenção, tanto relativamente às ciências como à Física e Química A, as atitudes dos alunos do grupo experimental se tornaram mais favoráveis que as do grupo de controlo, ou seja, a diferença entre as médias antes e após a intervenção foi superior no grupo experimental, embora só a diferença para a disciplina de Física e Química, em particular, tenha evidência estatística. Os dados parecem então apontar para as vantagens dos alunos serem confrontados com a influência da Sociedade e do Ambiente no desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, e com o impacto da Ciência e Tecnologia na Sociedade e no Ambiente.

☞ Poderão as actividades práticas, desenvolvidas segundo uma abordagem investigativa de resolução de problemas, contribuir para mudar as atitudes dos alunos face ao ambiente e ao consumo de água?

Não foi medido especificamente o impacto da natureza investigativa da abordagem baseada na resolução de problemas, uma das várias dimensões da intervenção realizada, mas os resultados mostraram que após a intervenção, tanto relativamente ao ambiente como ao consumo de água, as atitudes dos alunos do grupo experimental se tornaram mais favoráveis que as do grupo de controlo, ou seja, a diferença entre as médias após e antes da intervenção foi superior no grupo experimental, embora só a diferença para o consumo de água tenha evidência estatística.

☞ Serão as atitudes dos alunos do 8º Ano de escolaridade, face à ciência e ao ambiente, diferentes das dos alunos do 11º ano de escolaridade?

Os alunos do 8º Ano de escolaridade revelaram uma atitude menos favorável relativamente ao ambiente que os alunos do 11º Ano de escolaridade. No que diz respeito à ciência, a atitude é semelhante à do grupo experimental, mas superior à do grupo de controlo, não sendo assim possível uma resposta consistente para esta questão. O estudo teria de ser aplicado a uma amostra superior, para se perceber até que ponto questões específicas relativas à organização das turmas de 11º Ano de escolaridade desta escola (ou outra razão) poderão estar a influenciar os resultados. Mas não deixa de ser interessante verificar uma média para a atitude relativamente à disciplina de Física e Química bastante superior para os alunos do 8º Ano, relativamente aos do 11º Ano,

podendo indicar que algo está errado na passagem dos alunos ditos “de ciências”, do ensino básico para o ensino secundário.

☞ Será que os alunos encaram o trabalho prático como actividade promotora de aprendizagem em ciência?

Apesar de um primeiro conjunto de questões abertas colocadas aos alunos para dar resposta às questões da investigação ter revelado que os alunos respondem muito “o politicamente correcto”, uma maior diversidade de respostas no segundo conjunto de questões mostrou que estas terão sido melhor elaboradas. É pois com alguma segurança que se pode afirmar que tanto os alunos do 8ºAno de escolaridade como os do 11ºAno de escolaridade consideram o trabalho prático, quer quando assume a forma de saída de campo ou visita de estudo, quer assumindo a forma de trabalho experimental, como actividade promotora de aprendizagem em ciência. Para justificar esta opinião, os alunos realçam essencialmente que as actividades práticas melhoram a compreensão dos assuntos estudados, facilitam as aprendizagens e são mais motivadoras. O contacto com a natureza e a visualização do que é dado na teoria são também razões destacadas pelos alunos para as visitas de estudo e as saídas de campo, enquanto que nas aulas onde se realizam experiências os alunos destacam o contacto com o material e novas situações e pôr em prática o que é estudado na teoria. Embora em número pouco significativo, não deixa de ser curioso notar que alguns alunos do grupo de controlo deixaram de considerar as actividades práticas como promotoras da aprendizagem em ciência, após a leccionação da unidade.

Os dados recolhidos no âmbito desta investigação permitem afirmar que o ensino da Unidade 2 de Química, da disciplina de Física e Química A, por uma abordagem não tradicional, é concretizável e promove uma boa aquisição de conhecimentos. Também foram recolhidas evidências de que actividades práticas realizadas com carácter investigativo, a partir de um problema real, contribuem para que os alunos melhorem as suas aprendizagens nas ciências e na Física e Química, em particular, e mudem a atitude face ao ambiente e ao consumo de água.

#### **7.4 – Perspectivas para futuras investigações**

A intervenção didáctica realizada procurou proporcionar aos alunos do grupo experimental uma abordagem com várias dimensões, nomeadamente: interdisciplinaridade, perspectiva CTSA, construtivismo e ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas. Procurou-se ainda privilegiar o trabalho prático (de campo e laboratorial), envolvendo actividades a serem planificadas e desenvolvidas com a intervenção dos próprios alunos. A avaliação do impacto da intervenção abrangeu todas estas dimensões, mas poderia ser interessante avaliar o impacto de cada dimensão individualmente. Para isso, poderia recorrer-se a intervenções menos abrangentes e mais específicas para cada dimensão.

Por uma questão temporal, não foi possível ter em conta os resultados escolares e, mais concretamente, os resultados nos exames nacionais, nesta investigação. Fazer o acompanhamento dos resultados escolares dos alunos sujeitos à intervenção,

relativamente ao grupo de controlo, ao longo do tempo (tendo em conta, por exemplo, classificações finais da disciplina e de exames) poderá ser interessante.

Um estudo deste tipo envolvendo não apenas turmas da área de ciências, mas também da área de humanidades, ou de outros níveis de escolaridade, nomeadamente no ensino básico, permitirá uma análise mais abrangente.

Este trabalho não poderia terminar sem algumas considerações relativamente à formação de professores de Química. No nosso país, segundo Martins (2003), esta formação é “orientada por um ensino de Química de cariz predominantemente disciplinar/tradicional (...) tal orientação é, a nosso ver, responsável em grande parte pela não evolução das perspectivas de ensino que proliferam em muitas escolas básicas e secundárias”. E acrescenta que “os professores, expostos como foram a modelos de ensino tradicionais, não é plausível esperar que saibam como poderão ensinar Química numa perspectiva mais externalista ou como organizar tarefas práticas de cariz experimental onde os alunos caminhem para uma educação em Química por oposição a uma mera instrução química.” Madureira & Sequeira (2003) referem que “os conceitos são melhor compreendidos quando enquadrados numa grande variedade de contextos e expressos de várias maneiras. Se se pretende que os estudantes apliquem as suas ideias a novas situações, possuam pensamento crítico, analisem informações, comuniquem ideias científicas, argumentem logicamente e trabalhem em grupo, devem dar-se-lhes oportunidades de o praticarem em muitos contextos”.

Os resultados da presente investigação apontam para as vantagens de uma intervenção não tradicional, pelo que será importante, ao nível da formação inicial dos

professores de Química, generalizar a abordagem CTSA e envolver os próprios futuros professores em projectos abertos de resolução de problemas e práticas que promovam a criatividade e o pensamento crítico, em que o trabalho prático apareça como instrumento necessário para a resolução dos problemas e não imposto e desenquadrado. Uma análise cuidada das práticas didácticas ao nível da formação de professores de Química permitiria que os resultados desta investigação pudessem eventualmente ser usados para mais recomendações com aplicação na referida formação.

# *BIBLIOGRAFIA*







---

**BIBLIOGRAFIA**

AFONSO, A. & LEITE, L. (2000). Concepções de futuros professores de Ciências Físico-Químicas sobre a utilização de actividades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), pp.185-208.

ALMEIDA, A. (1998). *Visitas de Estudo. Concepções e eficácia na aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte.

ALMEIDA, A. (2001). Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção *In* Departamento de Ensino Secundário. *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: ME, 51-73.

ALMEIDA, A. (2007). Que papel para as Ciências da Natureza em Educação Ambiental? Discussão de ideias a partir de resultados de uma investigação [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART3\\_Vol6\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART3_Vol6_N3.pdf) [consultado em 27/12/2007].

ALVES, H. (sem data). *Minas de S. Domingos, Génese, Formação Social e Identidade Mineira*. Mértola: Campo Arqueológica de Mértola.

ARENDS, R. (1999). *Aprender a ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill.

BARDIN, L. (1994). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

- 
- BELL, J. (2004). *Como realizar um projecto de investigação*. Lisboa: Gradiva.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- BOLIVAR et al (sem data). Ciências Naturais. Disponível em [http://www.vitoria.es.gov.br/secretarias/educacao/directriz\\_pdfs/ciencias%20naturais.pdf](http://www.vitoria.es.gov.br/secretarias/educacao/directriz_pdfs/ciencias%20naturais.pdf) [consultado em 11/1/2008].
- BONITO, J. (2001). *As actividades práticas no ensino das geociências: Um estudo que procura a conceptualização*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- BRANEN, J. (1994). *Mixing Methods: Qualitative and Quantitative*. Aldershot: Avebury.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J. & JORGE, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- CHANG, R. (1994), *Química*, MC Graw Hill, 5ª edição.
- CARDOSO, A. C. (1993). *A centralidade do trabalho laboratorial nos novos programas de Química*. Lisboa: Plátano Editora.
- CARMO, H. & FERREIRA, M. (1998). *Metodologia da investigação – Guia para auto-aprendizagem*, Lisboa: Universidade Aberta.

---

COOK, T. & CAMPBELL, D. (1979). *Quasi Experimentation Design & Analysis for Field Settings*. Boston: Houghton Mifflin Company.

CORREIA, H.; CÉSAR, M. & REIS, P.R. (2003). Interagir para aprender nas aulas de ciências. In Neto, A. *et al* (Orgs.) *Didácticas e Metodologias de Educação*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1105-1120.

COUTINHO, C. (2005). *Percursos da Investigação em Tecnologia Educativa em Portugal: uma abordagem temática e metodológica a publicações científicas (1985-2000)*. Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia: Centro de Investigação em Educação.

DANTAS, M. C. & RAMALHO, M. (2004), *Jogo de Partículas, 11º Ano*. Lisboa: Texto Editora.

DEB (2001). Orientações Curriculares do Ensino Básico. 3º Ciclo. Ciências Físicas e Naturais. Disponível em [http://www.dgide.minedu.pt/programs/prog\\_hom/fisica\\_quimica\\_a\\_11\\_homol.pdf](http://www.dgide.minedu.pt/programs/prog_hom/fisica_quimica_a_11_homol.pdf) [consultado em 2/2/2009].

DES (2001). Programa de Física e Química A, 10º ou 11ºanos. Disponível em [http://www.dgide.minedu.pt/programs/prog\\_hom/fisica\\_quimica\\_a\\_10\\_homol\\_no\\_va\\_ver.pdf](http://www.dgide.minedu.pt/programs/prog_hom/fisica_quimica_a_10_homol_no_va_ver.pdf) [consultado em 2/2/2009].

---

DES (2003). Programa de Física e Química A, 11º ou 12º anos. Disponível em [http://www.dgidec.minedu.pt/programs/prog\\_hom/fisica\\_quimica\\_a\\_11\\_homol.pdf](http://www.dgidec.minedu.pt/programs/prog_hom/fisica_quimica_a_11_homol.pdf) [consultado em 2/2/2009].

Diário da República (2004, 26 de Março). *Decreto-Lei nº74/2004*, pp.1931-1942, 73 (IS-A).

Diário da República (2007, 26 de Julho). *Decreto-Lei nº272/2007*, pp.4785-4789, 143 (IS).

Diário da República (2007, 03 de Julho). *Despacho nº14026/2007*, pp.18805-18807, 126 (IIS).

Diário da República (2005, 30 de Agosto). *Lei nº49/2005*, pp.5122-5138, 166 (IS-A).

Diário da República (2007, 04 de Outubro). *Portaria nº1322/2007*, pp.7107-7123, 192 (IS).

DOURADO, L. (2001). Trabalho Prático, Trabalho Laboratorial, Trabalho de Campo e Trabalho Experimental no Ensino das Ciências – contributo para uma clarificação de termos *In* Departamento de Ensino Secundário. *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: ME, 13-18.

DOURADO, L. (2006). Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1).

DUNLAP, R.E. & VAN LIERE, K.D. (1978) The “New Environmental Paradigm”: A proposed measuring instrument and preliminary results. *Journal of Environmental Education*, 9(4), 10-19.

DUSCHL, R. (1997). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea. (Cap. 1: Fundamentos de la enseñanza de las ciencias; pp. 17-31).

ESPAÑA, J.S., PAMO, E.L., SANTOFIMIA, E., ADUVIRE, O., REYES, J. & BARETTINO, D. (2005) Acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt (Odiel river watershed, Huelva, SW Spain): Geochemistry, mineralogy and environmental implications. Disponível em [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) [consultado em 20/12/2008].

EVANGELISTA, J. (1992). *Razão e porvir da Educação Ambiental*, Lisboa: INAMB.

FERNANDES, J. A. (1983). *Manual de Educação Ambiental*, Lisboa: Comissão Nacional do Ambiente-GEP.

FILHO, G. S. (1989). *Apontamentos de Introdução à Educação Ambiental*. Lisboa: INAMB.

- 
- FONTES, A. & SILVA, I.(2004). *Uma nova forma de aprender ciências. A Educação em Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)*. Porto: Edições Asa.
- FOUREZ, G. (sem data). Crise no ensino das ciências. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/public/ensinovol18/n2/v8\\_n2\\_a1.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensinovol18/n2/v8_n2_a1.html) [consultado em 27/12/2007].
- FRAENKEL, J. & WALLEN, N. (2003). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill.
- FREITAS, M. (2001). O Trabalho Prático (Laboratorial e de Campo) na promoção de Áreas Transversais do Currículo (Área Projecto/Projecto Tecnológico) *In* Departamento de Ensino Secundário. *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: ME, 75-85.
- GALVÃO & FREIRE (sem data). A perspectiva CTS no currículo das Ciências Físicas e Naturais em Portugal. Disponível em <http://cie.fc.ul.pt/membros/cgalvao/ctsnocurriculo.doc> [consultado em 27/12/2007].
- GANDRA, P. M. (2003). Aprendizagem da Física baseada na resolução de problemas – Desenvolvimento de competências de resolução de problemas em alunos do 9º ano de escolaridade. In Neto, A. *et al* (Orgs.) *Didácticas e Metodologias de Educação*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1165-1174.

GHIGLIONE, R. & MATALON, B. (1997). *O inquérito. Teoria e Prática*. Oeiras: Celta Editora.

GONÇALVES, F., PEREIRA, R., AZEITEIRO, U. & PEREIRA, M. (2007). *Actividades práticas em Ciência e Educação Ambiental*. Lisboa: Instituto Piaget.

GONÇALVES, J. A. & NUNES, M. T. (2005). Estilos de investigação: Estudos Quasi-experimentais. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Disponível em <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mil/jablioteresanunesestquasiexperimentais.pdf> [consultado em 10/07/2009].

GORE, AI (1993). *A Terra à procura de equilíbrio*. Lisboa: Editorial Presença.

GRAWITZ, M. (1993). *Méthodes des Sciences Sociales*. 9ª ed. Paris: Éditions Dalloz.

HILL, M. & HILL, A. (2008). *Investigação por questionário*. Lisboa: Edições Silabo.

HUCKLE, J. (1996). Realizing Sustainability in Changing Times. In John Huckle & Stephen Sterling (eds) *Education for Sustainability* (p.3-17) London: Earthscan.

IPAMB/MA (1994) *Children as Catalysts of Environmental Change. Report of an investigation on Environmental Education*. Lisboa: Ipamb.



- 
- JACQUES, F. (1947). *Monografia – Alguns aspectos sociais da Região Mineira de S. Domingos*.
- LEITE, L. (2000). As Actividades Laboratoriais e a Avaliação das Aprendizagens dos Alunos. In Sequeira M., Dourado, L., Vilaça, M. T., Silva, J. L., Afonso, A. S. e Baptista, J. M (Orgs.) *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Departamento de Metodologias da Educação, IEP, Universidade do Minho. 91-108.
- LEITE, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, H. V. et Santos, M. G. (Orgs.) *Cadernos Didácticos de Ciências I*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, 79-97.
- LEITE, L. (2003). A promoção da aprendizagem das ciências no contexto da reorganização curricular: contributos do trabalho prático. In Neto, A. et al (Orgs.) *Didácticas e Metodologias de Educação*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1105-1120.
- MACIEL, N., GRADIM, M. M. & CAMPANTE, M. J. (2007). *Eu e a Química*, 11º Ano. Porto: Porto Editora.
- MADUREIRA, M. C. & SEQUEIRA, M. (2003). Uma análise da literacia científica dos alunos do ensino secundário. In Neto, A. et al (Orgs.) *Didácticas e Metodologias*

- 
- de Educação*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1027-1035.
- MARN (1995). *Plano Nacional de Política de Ambiente*. Lisboa: Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais.
- MARTINEZ, L. & FERREIRA, A. (2007). *Análise de dados com SPSS – Primeiros passos*. Lisboa: Escolar Editora.
- MARTINS, I. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1).
- MARTINS, I. (2003). Dos percursos de ensino da Química aos desafios da Educação Científica. In Neto, A. *et al* (Orgs.) *Didácticas e Metodologias de Educação*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1097-1103.
- MENDES, B. & SANTOS OLIVEIRA, J.F. (2004). *Qualidade da água para consumo humano*. Lisboa: LIDEL, Ed. Técnicas, LDA.
- MIGUÉNS, M. I. (1999). O Trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica In Conselho Nacional de Educação. *Ensino Experimental e Construção de Saberes*. Lisboa: CNE, 77-95.

- 
- MIRÃO, J. & CANDEIAS, A. (2007). A problemática das minas abandonadas. *Geoboletim*, 5, 5-6.
- MONTEIRO, M. (1995). Intercâmbios e Visitas de Estudo. In A.D.Carvalho (Org.). *Novas Metodologias em Educação*. Porto: Porto Editora, 171-197.
- MOTTA, L., VIANA, M. A. (2007). *Bioterra, Sustentabilidade na Terra – Ciências Naturais - 8ºano*. Porto: Porto Editora.
- NIETO, J.M., SARMIENTO, A.M., OLÍAS, M., CANOVAS, C.R., RIBA, I., KALMAN, J. & DELVALLS, T.A. (2006) Acid mine drainage pollution in the Tinto and Odiel rivers (Iberian Pyrite Belt, SW Spain) and bioavailability of the transported metals to the Huelva Estuary. Disponível em [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) [consultado em 20/12/2008].
- OCDE (2003). Marcos teóricos de PISA 2003. Disponível em <http://www.ince.mec.es/pub/marcoteoricopisa2003.pdf> [Consultado em 9/3/2006].
- OLIVEIRA, J. F. S. (2005). *Gestão ambiental*. Lisboa: LIDEL.
- OLIVEIRA, O., SILVA, J.C. & RIBEIRO, E. (2009). *Geodesafios12*. Lisboa: Edições Asa.
- PARDO, A. (1998). A emergência de uma nova cultura. *Cadernos de Educação Ambiental*, 11, 4-5.
-

- 
- PEDROSA, M. A. & MATEUS, A. (2000). Perspectivas Subjacentes ao “Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências”. In Departamento de Ensino Secundário. *Ensino Experimental das Ciências – Conceção e concretização das acções de formação 1*. Lisboa: ME, 37-48.
- PEDROSA, M. A. & DOURADO, L. (2000) Trabalho Prático Experimental no Ensino das Ciências. In Departamento de Ensino Secundário. *Ensino Experimental das Ciências*. Lisboa: ME, 59-81.
- PESTANA, M. H. & GAGEIRO, J. N. (2005). *Análise de dados para Ciências Sociais. A complementaridade do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo.
- PIPKIN, B., TRENT, D., HAZLETT, R. & BIERMAN, P. (2008). *Geology and the environment*, 5ª edição. Belmont: Thomson.
- PRAIA, J. F. (1999). O Trabalho Laboratorial no Ensino das Ciências: Contributos para uma Reflexão de Referência Epistemológica In Conselho Nacional de Educação. *Ensino Experimental e Construção de Saberes*. Lisboa: CNE, 55-75.
- QUARESMA, P. (2007). *Concepção e exploração de uma webquest para a introdução ao Ensino da Física* – dissertação de mestrado. Universidade de Aveiro.
- REBELO, A. A. & REBELO, F. (2007). *Sustentabilidade na Terra – Ciências Físico-Químicas – 8º Ano*. Lisboa: Lisboa Editora.

REEVES, H. (2006). *a Agonia da Terra*. Lisboa: Gradiva.

ROCHA, J. C. & ROSA, A. H. (2004). *Introdução à Química Ambiental*. Porto Alegre: Artemed Editora S. A.

RYAN, J. & HESS, R. (1991). *Handbook of Statistical Procedures and Their Computer Applications of Education and the Behavioural Science*. New York: American Council of Education and McMillan Publishing Company.

SANTOS, M. C. (2002). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

SEQUEIRA, M. (2004). Metodologia do Ensino das Ciências no contexto Ciência-Tecnologia-Sociedade. In L. Leite (Org.). *Metodologia do Ensino das Ciências – Evolução e tendências nos últimos 25 anos*. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 195-202.

SILVA, A., GRAMAXO, F., SANTOS, M., MESQUITA, A., BALDAIA, L. & FÉLIX, J. (2004). *Terra, Universo de Vida – 2º parte – Geologia – 11ºano*. Porto: Porto Editora.

SILVA, A., GRAMAXO, F., SANTOS, M., MESQUITA, A., BALDAIA, L. & FÉLIX, J. (2007). *Planeta Vivo, Sustentabilidade na Terra – Ciências Naturais - 8ºano*. Porto: Porto Editora.

- 
- SOUSA, A. S., CORRÊA, C. & CARVALHO, P. S. (2007). *Física e Química na nossa Vida – Sustentabilidade na Terra – Ciências Físico-Químicas – 8º Ano*. Porto: Porto Editora.
- STERLING, S. (1996a) Developing Strategy. In John Huckle & Stephen Sterling (eds) *Education for Sustainability* (p.197-211) London: Earthscan.
- STERLING, S. (1996b). Education in Change. In John Huckle & Stephen Sterling (eds) *Education for Sustainability* (p.18-39) London: Earthscan.
- SIMÕES, T. S., QUEIRÓS, M. A. & SIMÕES, M. O. (2000a). *Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco II*. Porto: Porto Editora.
- SIMÕES, T. S., QUEIRÓS, M. A. & SIMÕES, M. O. (2000b). *Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco III*. Porto: Porto Editora.
- SIMÕES, T. S., QUEIRÓS, M. A. & SIMÕES, M. O. (2008). *Química em Contexto 11 Guia do Professor*. Porto: Porto Editora.
- THOUIN, M. (2008). *Noções de Cultura Científica e Tecnológica. Conceitos de Base, Progressos Históricos e Concepções Frequentes*. Lisboa: Instituto Piaget.
- TUCKMAN, B. (1994). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

VALADARES, J. (2003). Abordagens construtivistas e investigativas à actividade experimental. In Neto, A. *et al* (Orgs.) *Didácticas e Metodologias de Educação*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1239-1257.

VERÍSSIMO, A. & RIBEIRO, R. (2000). A Mina de S. Domingos como objecto de estudo. In Departamento de Ensino Secundário. *Ensino Experimental das Ciências – Conceção e concretização das acções de formação 1*. Lisboa: ME, 51-56.

WHO (2009). Lack of water and inadequate sanitation. Disponível em <http://www.who.int/ceh/risks/cehwater/en/index.html> [consultado em 11/7/2009].

Para o guião, utilizou-se informação disponível em posters e cd-rom da exposição “Mina de S. Domingos - 150 anos de história”.

# *ANEXOS*







# *ANEXO I*

EXCERTO DO PROGRAMA DA DISCIPLINA DE  
FÍSICA E QUÍMICA A DO 11º ANO DE  
ESCOLARIDADE

---



## Unidade 2: Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra

### Introdução

Um nome bem mais apropriado para o planeta Terra poderia ser "planeta Oceano", já que as águas dos oceanos cobrem mais de setenta por cento da sua superfície e porque desempenham um papel primordial na sobrevivência de praticamente todas as espécies existentes. De facto, as águas dos oceanos são soluções aquosas de extraordinária importância pelas implicações directas nas condições actuais de vida no nosso planeta, e pelo potencial que encerram na continuidade dessa mesma vida, desde que saibamos respeitar os limites das suas imensas mas finitas capacidades. Assim, podemos considerar os oceanos como um gigantesco reservatório de dióxido de carbono atmosférico dissolvido, auxiliando a regular a temperatura da troposfera, como *habitats* para cerca de 250 000 espécies de animais e plantas marinhos, que são fontes de alimento para outros seres incluindo os humanos, como fontes de ferro, areia, fosfatos, magnésio, petróleo, gás natural e muitos outros valiosos recursos e ainda, por força do seu enorme volume e das suas imensas correntes, dissolvendo e diluindo muitos dos desperdícios de origem antropogénica que neles se despejam e enterram.

As águas dos oceanos participam nos principais ciclos biogeoquímicos e, ao evaporar-se, tomam parte num dos mais importantes desses ciclos - o da água. Este precioso líquido, pelo qual se confrontam os povos que sofrem a sua escassez, dizimador quando, em excesso, faz transbordar correntes, lixiviando os nutrientes dos solos e arrastando consigo pessoas e bens, tem, porém, propriedades extraordinárias: solvente de muitos sólidos, líquidos e gases, promove concomitantemente com muitos fenómenos de dissolução a ocorrência de reacções químicas de importância crucial para a vida e para o ambiente:

- É ácida a chuva que cai sobre a superfície do planeta devido à dissolução do dióxido de carbono atmosférico na água e é ainda mais ácida se na atmosfera existirem outros gases de origem antropogénica. Quando estas soluções ácidas atingem a Terra, os seus efeitos nefastos fazem sentir de forma mais ou menos imediata: "dissolvem" mármore e materiais calcários, "atacam" estruturas metálicas por oxidação, baixam o pH de águas de lagos e rios, modificando as condições de vida das espécies que as habitam, destroem florestas por danificação de folhas e foliculos...
- São alcalinas as águas dos oceanos, mantidas a um pH fixo pelo conjunto das espécies  $\text{CO}_2(\text{aq})$ ,  $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$  e  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ . Parte do dióxido de carbono dissolvido é aproveitado na fotossíntese, iniciado na clorofila através de uma série intrincada de reacções de oxidação-redução e que culmina na produção de hidratos de carbono necessários para a produção de proteínas, gorduras e outras substâncias orgânicas; muitos daqueles iões são aproveitados por alguns seres marinhos para precipitar carbonato de cálcio e assim fabricarem as suas conchas e parte do esqueleto que, após a sua morte, originam os sedimentos no fundo do mar, dissolvendo-se lentamente e devolvendo à atmosfera o dióxido de carbono, num ciclo magistral.
- São ácidas as águas de superfície já que, em contacto com a atmosfera, dissolvem o dióxido de carbono e, ao atravessarem os solos onde a vegetação se decompõe, dissolvem igualmente os ácidos húmicos, provocando a "solubilização" de rochas calcárias que encontram no seu percurso, encaminhando-as para zonas mais interiores da terra, e quando se atingem condições favoráveis da relação pressão total/pressão parcial de dióxido de carbono, originam a precipitação de calcário sob a forma de estalactites e estalagmites.

E os seres que habitam o planeta Terra, a sua maioria constituídos predominantemente por água, experimentam em si e nas interacções com o que os rodeia o mesmo tipo de reacções:

- a dissolução do oxigénio na água, que permite as trocas gasosas necessárias à respiração dos peixes e outros seres aquáticos;
- a dissolução de muitos sais na água, alguns deles indispensáveis ao crescimento das plantas;
- as trocas gasosas no sangue alcalino que nos corre nas veias, artérias e capilares;
- a desinfecção de águas de piscinas e de ETAs pelo cloro (ou compostos clorados), destruindo bactérias patogénicas causadoras de graves doenças, devido ao forte poder oxidante dessas substâncias.

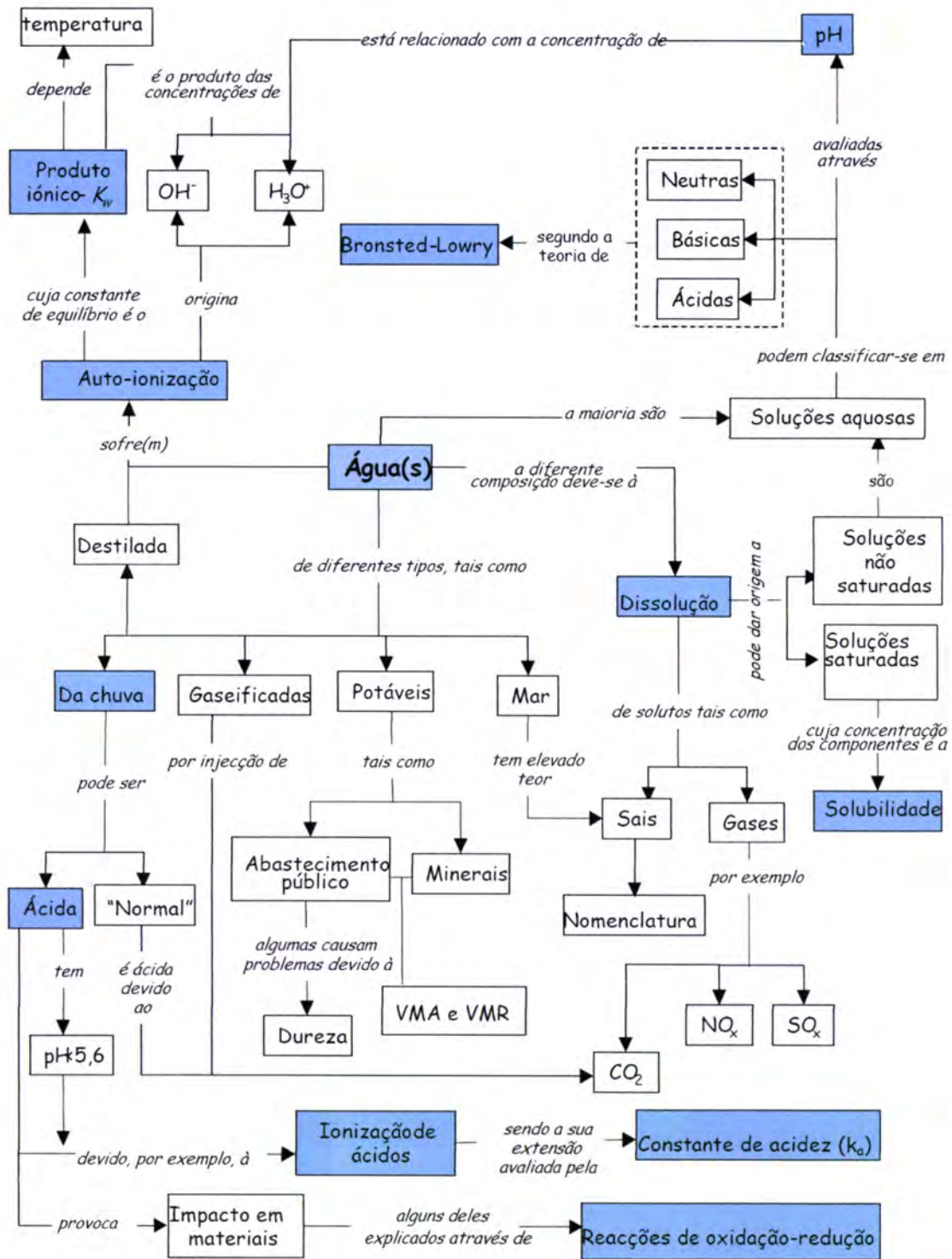
Estas são algumas das reacções que nos permitem afirmar que as soluções aquosas naturais são excelentes contextos para a abordagem e aprofundamento de muitos conceitos químicos importantes sejam eles de equilíbrio químico, ácido-base, solubilidade ou oxidação-redução.

Em todas estas áreas conceptuais, têm sido identificadas muitas concepções alternativas nos alunos, largamente documentadas na literatura mas nem por isso facilmente ultrapassáveis. A utilização de contextos familiares permitirá a emergência de tais concepções alternativas, a consciencialização do aluno sobre o que pensa e porque o pensa e, posteriormente, ao professor a exploração de situações de conflito cognitivo para o aluno que promovam neste a desconstrução dessas concepções.

Mas a exploração destes contextos permitirá ainda que os alunos possam alcançar a dimensão da educação *pela* ciência, já que ao compreenderem melhor o planeta estarão mais preparados para agir de forma a minimizar o impacte das actividades humanas (incluindo as industriais) no ambiente, atitude indispensável ao desenvolvimento sustentado e sustentável.

A Unidade está prevista para 27 aulas (40,5 horas), sendo 9 aulas (13,5 horas) de índole prático-laboratorial.

# Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra



## Objecto de ensino

### 2 - Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra

- A água na Terra e a sua distribuição: problemas de abundância e de escassez.
- Os encontros mundiais sobre a água, com vista à resolução da escassez de água potável.

#### 2.1 - Água da chuva, água destilada e água pura

- Água da chuva, água destilada e água pura: composição química e pH
- Ácido ou base: uma classificação de alguns materiais - AL 2.1
- pH - uma medida de acidez, de basicidade e de neutralidade
- Concentração hidrogeniónica e o pH
- Escala Sorensen
- Ácidos e bases: evolução histórica dos conceitos
  - Ácidos e bases segundo a teoria protónica (Brønsted-Lowry)
- Água destilada e água "pura"
  - A água destilada no dia a dia
  - Auto-ionização da água
  - Aplicação da constante de equilíbrio à reacção de ionização da água: produto iónico da água a 25 °C ( $K_w$ )
  - Relação entre as concentrações do ião hidrogénio ( $H^+$ ) ou oxónio ( $H_3O^+$ ) e do ião hidróxido ( $OH^-$ )

#### 2.2. Águas minerais e de abastecimento público: a acidez e a basicidade das águas

##### 2.2.1. Água potável: águas minerais e de abastecimento público

- Composições típicas e pH
- VMR e VMA de alguns componentes de águas potáveis

##### 2.2.2. Água gaseificada e água da chuva: acidificação artificial e natural provocada pelo dióxido de carbono

- Chuva "normal" e chuva ácida - AL 2.2
- Ionização de ácidos em água
- Ionização ou dissociação de bases em água
- Reacção ácido-base
- Pares conjugados ácido-base: orgânicos e inorgânicos
- Espécies químicas anfotéricas
- Aplicação da constante de equilíbrio às reacções de ionização de ácidos e bases em água:  $K_a$  e  $K_b$  como indicadores da extensão da ionização
- Força relativa de ácidos e bases
- Efeito da temperatura na auto-ionização da água e no valor do pH
- Neutralização: uma reacção de ácido-base - AL 2.3
- Volumetria de ácido-base:
  - Ponto de equivalência e ponto final
  - Indicadores
- Dissociação de sais
- Ligação química
- Nomenclatura de sais

## 2.3. Chuva ácida

### 2.3.1. Acidificação da chuva

- Como se forma
- Como se controla
- Como se corrige

### 2.3.2. Impacto em alguns materiais

- Ácidos e carbonatos
- Ácidos e metais
- Reacções de oxidação-redução:
  - Perspectiva histórica
  - Número de oxidação: espécie oxidada (reductor) e espécie reduzida (oxidante)
  - Oxidante e reductor: um conceito relativo
  - Pares conjugados de oxidação-redução
  - Reacção ácido-metal: a importância do metal
  - Série electroquímica: o caso dos metais - AL 2.4
  - Protecção um metal usando um outro metal

## 2.4. Mineralização e desmineralização de águas

### 2.4.1 A solubilidade e o controlo da mineralização das águas

- Composição química média da água do mar
- Mineralização das águas e dissolução de sais
- Solubilidade: solutos e solventes: AL 2.5
- Solubilidade de sais em água: muito e pouco solúveis
- Dureza da água: origem e consequências a nível industrial e doméstico
- Dureza da água e problemas de lavagem: AL 2.6
- Solução não saturada e saturada de sais em água
- Aplicação da constante de equilíbrio à solubilidade de sais pouco solúveis: constante de produto de solubilidade ( $K_s$ )

### 2.4.2. A desmineralização da água do mar

- Dessalinização
- Correção da salinização



## Objectivos de aprendizagem

Esta Unidade permite aos alunos saber:

### 2 - Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra

- Descrever as assimetrias da distribuição da água no planeta Terra
- Caracterizar os problemas da distribuição mundial da água no que respeita à sua escassez, à sua qualidade, aos aumentos de consumo e aos limites da capacidade da sua renovação
- Perspectivar o problema da água como um dos maiores problemas do futuro tendo em conta o aumento demográfico, a contaminação dos recursos hídricos, a alteração de hábitos e a assimetria da distribuição, conforme preocupações manifestadas em *Fóruns e Conferências Mundiais*

#### 2.1. Água da chuva, água destilada e água pura

- Caracterizar as composições químicas médias da chuva "normal", da água destilada e da água pura relacionando-as com os respectivos valores de pH
- Utilizar o valor de pH de uma solução para a classificar como ácida, alcalina ou neutra
- Relacionar quantitativamente a concentração hidrogeniónica de uma solução e o seu valor de pH
- Explicitar o significado de escala Sorensen quanto às condições de definição e aos limites da sua aplicação
- Explicitar marcos históricos importantes na interpretação de fenómenos de ácido-base
- Interpretar os conceitos de ácido e de base segundo a teoria protónica de Brønsted-Lowry
- Estabelecer a diferença entre água destilada e água "pura"
- Caracterizar o fenómeno da auto-ionização da água em termos da sua extensão e das espécies químicas envolvidas
- Discutir, para uma solução e qualquer que seja o valor do pH, a acidez e alcalinidade relativas (por exemplo: quanto mais ácida menos alcalina)
- Reconhecer que na água "pura" a concentração do ião hidrogénio é igual à concentração do ião hidróxido
- Estabelecer as relações existentes, qualitativas e quantitativas ( $K_w$ ), entre a concentração do ião hidrogénio e a concentração do ião hidróxido, resultantes da auto-ionização da água.

3 aulas + 1 AL

## 2.2. Águas minerais e de abastecimento público: a acidez e a basicidade das águas

### 2.2.1. Água potável: águas minerais e de abastecimento público

- Explicitar o significado de água potável de acordo com a legislação em vigor
- Distinguir águas naturais de águas de abastecimento público
- Indicar parâmetros que permitem distinguir entre água potável e outras águas
- Diferenciar os conceitos de valor máximo admissível (VMA) e o valor máximo recomendável (VMR) de alguns componentes de águas potáveis e interpretar o significado e a razão dessa diferença

### 2.2.2. Água gaseificada e água da chuva: acidificação artificial e natural provocada pelo dióxido de carbono

- Interpretar qualitativamente a acidificação de uma água provocada pela dissolução do dióxido de carbono
- Explicitar o significado de ionização de um ácido discutindo a acidez natural da água da chuva e das águas gaseificadas
- Explicitar os significados de ionização (de um ácido e de algumas bases) e de dissociação (de um hidróxido e de um sal)
- Diferenciar reacção de ionização de "reacção" de dissociação
- Estabelecer a relação entre ácido e base conjugada ou entre base e ácido conjugado, e, conjuntamente, explicitar o conceito de par conjugado de ácido-base
- Interpretar o significado de espécie química anfotérica e exemplificar
- Relacionar os valores das constantes de acidez ( $K_a$ ) de ácidos distintos com a extensão das respectivas ionizações
- Aplicar em casos concretos o conceito de ácido forte e base forte
- Comparar as constantes de acidez ( $K_a$ ) e de basicidade ( $K_b$ ) de um par ácido-base conjugado
- Relacionar, para um dado par conjugado ácido-base, o valor das constantes  $K_a$  e  $K_b$
- Explicitar o efeito da variação da temperatura na auto-ionização da água e, consequentemente, no valor do pH com base na Lei de Le Chatelier
- Interpretar a reacção entre um ácido e uma base em termos de troca protónica
- Interpretar uma reacção entre um ácido forte e uma base forte
- Associar o ponto de equivalência à situação em que a reacção química entre as duas soluções é completa e o ponto final de uma volumetria à situação em que se detecta experimentalmente uma variação brusca de uma propriedade física ou química da mistura reaccional
- Reconhecer a dificuldade da determinação operacional do ponto de equivalência de uma volumetria o que justifica o recurso à detecção do ponto final da volumetria
- Referir alguns processos de detecção do "ponto final": o aparecimento ou o desaparecimento de uma turvação, a mudança de coloração na solução ou a mudança de cor de uma substância intencionalmente adicionada designada por indicador

- Relacionar o ponto de equivalência de uma neutralização com a selecção do indicador
- Associar indicador de ácido-base a um par conjugado ácido-base, em que as formas ácida e básica são responsáveis por cores diferentes
- Reconhecer que cada indicador tem como característica uma zona de viragem que corresponde ao intervalo de pH em que se verifica a mudança de "cor ácida" para "cor alcalina" ou a situação inversa
- Conhecer critérios de selecção de um indicador e aplicá-los em casos concretos para uma volumetria
- Indicar alguns dos indicadores mais vulgarmente utilizados: a fenolftaleína, o azul de bromotimol e o alaranjado de metilo
- Interpretar a estrutura de sais em termos das ligações químicas neles existentes
- Explicitar o significado de ligação iónica distinguindo-a de ligação covalente
- Designar sais aplicando regras de nomenclatura
- Representar quimicamente sais a partir da sua designação.

### 2.3. Chuva ácida

#### 2.3.1. Acidificação da chuva

- Distinguir chuva ácida de chuva "normal" quanto ao valor de pH, tendo como referência pH = 5,6 (limite inferior e actual do pH da água da chuva "normal"), à temperatura de 25 °C
- Relacionar o valor 5,6 do pH da água da chuva com o valor do pH mínimo devido à presença de dióxido de carbono na atmosfera
- Relacionar o valor inferior a 5,6 do pH da chuva ácida com a presença, na atmosfera, de poluentes ( $SO_x$ ,  $NO_x$  e outros)
- Explicitar algumas das principais consequências da chuva ácida nos ecossistemas e no património arquitectónico natural e edificado
- Reconhecer que os fenómenos de acidificação na atmosfera podem assumir as formas "húmida" (chuva, nevoeiro e neve) e "seca" (deposição de matéria particulada)
- Identificar a origem dos óxidos de enxofre e óxidos de azoto responsáveis pela acidificação da chuva
- Interpretar a formação de ácidos a partir de óxidos de enxofre e de azoto, na atmosfera, explicitando as correspondentes equações químicas
- Compreender algumas formas de minimizar a chuva ácida, a nível pessoal, social e industrial: combustíveis menos poluentes, energias alternativas, novos processos industriais, e utilização de conversores catalíticos
- Justificar a necessidade do estabelecimento de acordos internacionais para minorar os problemas ambientais e nomeadamente o problema da chuva ácida
- Relacionar o aumento de chuvas ácidas com a industrialização e alguns hábitos de consumo das sociedades tecnológicas
- Interpretar a adição de cal aos solos como forma de minorar a sua acidez
- Justificar a importância do conhecimento químico na resolução de problemas

ambientais

### 2.3.2. Impacto em alguns materiais

- Caracterizar o impacto dos ácidos sobre os carbonatos como uma reacção ácido-base onde um dos produtos é o dióxido de carbono
- Caracterizar o impacto dos ácidos sobre alguns metais como uma reacção de oxidação-redução onde um dos produtos é o hidrogénio gasoso
- Relacionar o impacto dos ácidos sobre os carbonatos e os metais com a deterioração do património natural e/ou edificado
- Situar, cronologicamente, a evolução conceptual do termo oxidação
- Interpretar uma reacção de oxidação-redução em termos de transferência de electrões
- Atribuir estados de oxidação dos elementos, em substâncias simples e compostas, a partir do número de oxidação
- Enumerar alguns elementos que podem apresentar diferentes estados de oxidação: Fe, Cu, Mn, Sn, Cr e Hg e conhecer a nomenclatura química associada
- Associar os elementos Fe, Cu, Mn, Sn, Cr e Hg com a sua posição na Tabela Periódica (elementos de transição)
- Associar o número de oxidação de um elemento constituinte de um ião monoatómico ao valor da carga eléctrica deste último
- Associar o número de oxidação 0 (zero) aos elementos quando constituintes de substâncias elementares e diferente de zero quando constituinte de substâncias compostas
- Reconhecer que a oxidação envolve cedência de electrões e que a redução envolve ganho de electrões
- Interpretar uma reacção de oxidação-redução como um processo de ocorrência simultânea de uma oxidação e de uma redução, cada uma correspondendo a uma semi-reacção
- Identificar, numa reacção de oxidação-redução, os pares conjugados de oxidação-redução
- Reconhecer que existem espécies químicas que podem comportar-se como espécie oxidada ou espécie reduzida consoante a outra espécie química com que reage
- Associar a ocorrência de uma reacção ácido-metal à possibilidade do metal se oxidar com redução simultânea do ião hidrogénio.

4 aulas + 1 AL

## 2.4. Mineralização e desmineralização de águas

### 2.4.1. A solubilidade e o controlo da mineralização das águas

- Identificar as espécies químicas mais comuns na água do mar, relacionando-as com a sua composição média
- Relacionar a existência de determinadas espécies químicas numa água com a dissolução de sais e do dióxido de carbono da atmosfera
- Relacionar a concentração de soluções saturadas e não saturadas numa determinada substância com a solubilidade respectiva, a uma determinada temperatura e pressão
- Diferenciar sais pelo valor da solubilidade em água (muito, pouco e medianamente solúveis)
- Caracterizar o fenómeno da dissolução como o resultado de uma interacção soluto-solvente
- Apresentar razões que justificam a não existência de um solvente universal e a existência de limite da dissolução de qualquer soluto, em soluções reais
- Identificar fenómenos do quotidiano como dissoluções
- Explicitar formas de controlar o tempo de dissolução (estado de divisão e agitação) mantendo a temperatura e a pressão constantes
- Compreender que numa solução saturada de um sal na presença deste no estado sólido, o equilíbrio é dinâmico (há trocas recíprocas entre iões da rede e da solução)
- Explicitar o significado da constante de produto de solubilidade  $K_s$
- Compreender as razões pelas quais a presença de algumas espécies químicas em solução pode alterar a dissolução de outras substâncias
- Associar dureza total de uma água à presença predominante dos catiões cálcio e magnésio
- Interpretar a origem da dureza de uma água em casos particulares: tipo dos solos e adição de compostos de cálcio nas Estações de Tratamento de Águas (ETAs)
- Perspectivar consequências da dureza de uma água a nível doméstico (alimentação, higiene, limpeza e electrodomésticos que utilizam essa água) e a nível industrial
- Referir processos de uso domésticos de minimizar a dureza das águas (aditivos anti-calcário e resinas de troca iónica)
- Relacionar a dureza de uma água com a eficiência da lavagem com sabão
- Interpretar o efeito do dióxido de carbono na mineralização de uma água
- Interpretar a precipitação selectiva de sais a partir de uma solução aquosa, por evaporação do solvente (caso das salinas)
- Interpretar a formação de estalactites e estalagmites em grutas calcárias
- Apresentar razões para a facilidade da ocorrência da poluição das águas e a dificuldade de despoluição das mesmas em termos da solubilidade

4 aulas + 3 AL

#### 2.4.2. A desmineralização da água do mar

- Associar as diferentes técnicas de destilação, de evaporação-condensação, osmose inversa e de membranas de ultrafiltração a processos de dessalinização das águas, em particular da água do mar
- Interpretar a necessidade de corrigir o resultado da dessalinização de uma água para a adequar aos VMR estabelecidos para uma água potável
- Reconhecer a dessalinização como um dos meios possíveis para obter água potável em situações onde ela não existe como recurso.

## Actividades práticas de sala de aula

Sem prejuízo para qualquer outra actividade que os professores entendam realizar, pela sua riqueza, variedade e oportunidade, propõem-se as seguintes actividades, as quais poderão ser realizadas na totalidade ou apenas parcialmente:

1. Pesquisa de informação em várias fontes sobre as conclusões dos diversos "Fóruns" mundiais da Água, Conferência de Paris, dos conteúdos da Directiva-Quadro europeia sobre a qualidade da água e da Lei Portuguesa sobre a Água
2. Pesquisa dos diferentes tipos de água que se podem utilizar em laboratório, relacionando-as com o tipo de análise a que estão destinadas e com os custos da sua utilização
3. Análise da composição de diversas águas de mesa e sua comparação quanto à salinidade total, acidez, dureza e componentes específicos (determinados iões, espécies químicas anfotéricas, pares conjugados de ácido-base) e relacionamento da concentração de cada espécie com a respectiva solubilidade
4. Pesquisa sobre tratamento de águas municipais (tipos e sistemas de tratamento de água de abastecimento público) - <http://www.inag.pt/default.htm>
5. Pesquisa documental sobre a evolução da chuva ácida em Portugal.

## Endereços d@ Internet

<http://www.glenbrook.k12.il.us/qbssci/chem/factory/index.htm>

(Fábrica de amoníaco- interactivo)

<http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/help/index.html>

(A natureza dos ácidos e das bases)

<http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/help/index.html>

(Aplicações biológicas do pH)

<http://www.bishops.ntc.nf.ca/science/chem/sulfuric/NEWTABLE.htm>

(Ácido sulfúrico)

[http://www.pafko.com/history//h\\_intro.html](http://www.pafko.com/history//h_intro.html)

(História da Engenharia Química)

<http://www.soton.ac.uk/~engenvir/environment/air/acid.home.html>

(Chuva ácida)

<http://www.ec.gc.ca/acidrain/acidfact.html>

(Chuva ácida)

<http://www.science.ubc.ca/~chem/tutorials/pH/index.html>

(Ácido-base)

<http://www.chem.ualberta.ca/~plambeck/che/p101/p01182.htm>

(Solubilidade de gases)

<http://www.chem.ualberta.ca/courses/plambeck/p102/p00407.htm>

(Constantes de solubilidade para sais pouco solúveis)

<http://wulfenite.fandm.edu/Data%20/Data.html?ml>

(Tabelas de constantes)

<http://www.fabrics.net/deterg.htm>

(Detergentes versus sabão)

<http://www.surfactants.net/s-appl.htm#s&d>

(Detergentes versus sabão)

<http://www.epa.gov/airmarkets/acidrain/index.html>

(Muito completo - dados de chuva ácida)

<http://www.inag.pt/default.htm>

(Dados sobre as águas de Portugal (muito completo))

<http://yip5.chem.wfu.edu/yip/java/titrate.html>

(Volumetrias)

<http://science.csustan.edu/chem/titrate/titrate1b.swf>

(Titulações - interactivo)

<http://www.kid-z-tuff.com/GTAD/sf/poison/agents.html>

(Agentes branqueadores e de limpeza perigosos)

<http://sdahq.org/house/fact/houseclean5.html>

(Produtos de limpeza de uso doméstico)



## Actividades práctico-laboratoriais

### AL 2.1 – Ácido ou base: uma classificação de alguns materiais

1 aula

*Será que o pH de uma água varia com a temperatura?*

A classificação de águas e de outras soluções aquosas em ácidas, neutras ou alcalinas requer processos de avaliação qualitativa e quantitativa com recurso a indicadores (em solução ou impregnado em papel), ao medidor de pH electrónico, previamente calibrado, ou a outros sensores.

#### Objecto de ensino

- Avaliação qualitativa (usando indicadores em solução ou em papel) ou quantitativa (usando medidores electrónicos de pH e outros sensores) de acidez, de basicidade e de neutralidade de soluções aquosas
- Apreciação do efeito da temperatura no pH de uma solução

#### Objectivos de aprendizagem

**Esta AL permite ao aluno saber:**

- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e equipamento
- Classificar uma solução aquosa como ácida, neutra ou alcalina a partir da medição do pH ou do uso de indicadores
- Comparar vantagens e desvantagens de diferentes processos de avaliação da acidez/alcalinidade de uma solução aquosa
- Verificar a variação do valor do pH provocado pela alteração da temperatura
- Interpretar a variação do valor do pH provocado pela alteração da temperatura com base na auto-ionização da água e na Lei de Le Chatelier
- Relacionar a natureza ácida ou básica da água analisada com características geológicas da região de captação
- Aplicar a metodologia de resolução de problemas por via experimental

#### Sugestões metodológicas

O tipo de trabalho que se propõe permite que esta actividade seja desenvolvida em grupos de dois alunos.

Cada grupo deverá analisar uma amostra diferente das dos restantes grupos devendo todos os resultados da turma (turno) serem registados num quadro comum. Deste modo poderão os alunos apreciar o que é comum a todas as amostras (variação do pH com a temperatura) e aquilo que é diferente de caso para caso.

As amostras de água a usar devem ser diversificadas, colhidas na origem (mares, rios, lagos e aquários e fontes) ou engarrafadas (de nascente e minerais), e de marcas diferentes. Para efeito

de rentabilização do tempo de execução da tarefa e de modo a permitir que todos os grupos possam utilizar os tipos de equipamento, os grupos de alunos deverão usá-los rotativamente.

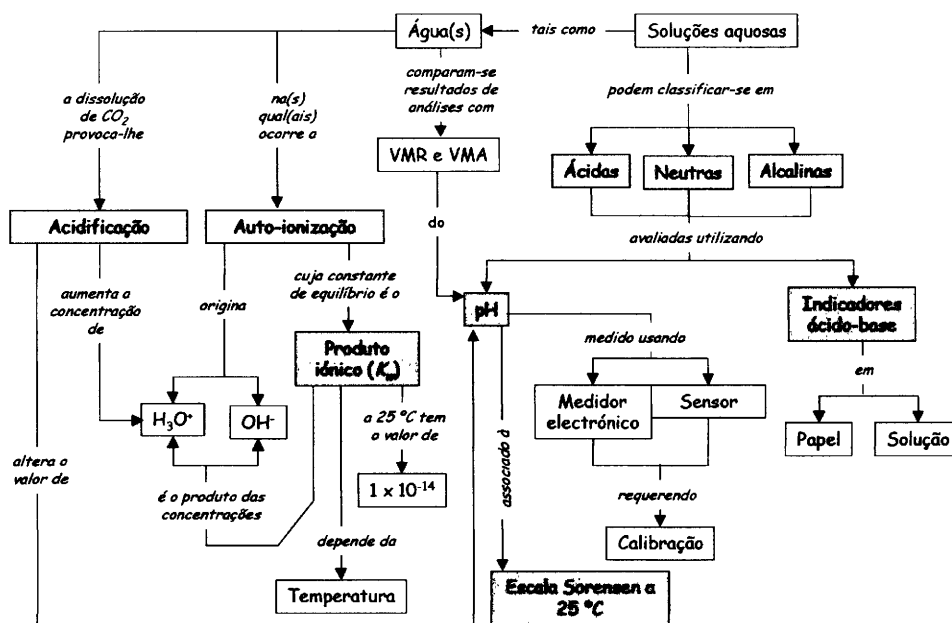
A organização dos resultados poderá ser feita na forma de um quadro semelhante ao que se segue:

	Cor das soluções com os indicadores <sup>1</sup>			pH da solução a ... °C		pH da solução, a diferentes temperaturas, usando medidor ou sensor				
	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Medidor electrónico	Sensor	Classificação da solução	5°C	20 °C	40 °C	Classificação da solução
Água destilada 1										
Água destilada 2										
Água da torneira										
Água de aquário										
Água de mesa 1										
Água de mesa 2										
Água de mesa 3										
Água de mesa 4										
Outra(s)										

No final da actividade podem pôr-se algumas questões aos alunos para discussão e/ou avaliação, em particular:

- Em que situações tem vantagens a medição do pH com medidor ou sensor em relação à utilização de indicadores?
- Qual é a água de consumo, entre as analisadas, a mais adequada para uma pessoa que tem problemas de excesso de acidez no estômago?
- Qual a diferença nas características ácido e base das diferentes amostras ensaiadas à temperatura ambiente e à temperatura de 60 °C?

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial.



<sup>1</sup> A seleccionar de entre os disponíveis no laboratório, preferencialmente aqueles que os alunos não tenham utilizado em anos anteriores.

## Material e equipamento por par de alunos

Material e equipamento	Unidades
Copos para o uso de medidores de pH e de sensores	variável
Esguicho	1
Frascos de recolha de águas diversas	variável
Placa de aquecimento com agitador magnético	1
Suporte para tubos de ensaio	1
Tubos de ensaio	1 x 9
Varetas de vidro	1
Termómetros de -10 °C a 110 °C	1
Medidor de pH de bancada com eléctrodo combinado	1
Sensor de pH	1
Frigorífico	1

## Outros materiais

Indicadores em solução: alaranjado de metilo, vermelho de metilo, azul de bromofenol, tornesol, fenolftaleína, indigo carmim, entre outros.

Indicador em papel: universal (de escala larga e estreita).

Tipos de água diferentes: destilada\*, chuva, abastecimento público, fontes, furos artesanais, mesa (de nascente e mineral), gaseificada, mar, carbonatada e outras soluções aquosas.

Soluções-tampão para calibração do medidor de pH electrónico e de sensores.

\*A água destilada 1, após a sua obtenção, deverá ser colocada imediatamente em recipiente fechado para se evitar o contacto com o dióxido de carbono; a outra amostra (água destilada 2) deverá ser deixada em contacto com a atmosfera durante uma semana.

## Sugestão de avaliação

Cada grupo deverá:

- Colaborar na organização do quadro comum de registo dos dados obtidos.
- Responder às questões formuladas anteriormente.

### AL 2.2 - Chuva "normal" e chuva ácida

2 aulas

*Porque é que a chuva pode ter diferente acidez?*

*Os efeitos provocados em diferentes águas pelas chuvas ácidas serão sempre os mesmos?*

## Objecto de ensino

- Acidificação natural e artificial de águas provocada pelo dióxido de carbono e óxidos de enxofre
- Efeitos das chuvas ácidas em materiais
- Força relativa de ácidos e concentração das soluções respectivas

## Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material, de reagentes e de equipamento
- Interpretar, qualitativamente, a acidificação de uma água, ou de uma solução aquosa, provocada pela reacção do dióxido de carbono
- Interpretar a formação de chuvas ácidas a partir da reacção com óxidos de enxofre, explicitando as correspondentes equações químicas
- Inferir que águas em contacto com óxidos de azoto e de enxofre podem originar soluções com pH inferior a 5,6 (temperatura de 25 °C e pressão de uma atmosfera)
- Interpretar o efeito de quantidades iguais de ácidos fortes e fracos num mesmo meio
- Distinguir, operacionalmente, um ácido forte de um fraco conhecidas as concentrações iniciais em ácido
- Interpretar a diminuição do pH de um meio aquático por adição de uma solução de ácido e relacionar essa variação com a composição do meio
- Prever a força relativa de um ácido monoprotónico a partir do valor de  $k_a$
- Aplicar a metodologia de resolução de problemas por via experimental

## Sugestões metodológicas

Para responder às questões colocadas os alunos deverão conduzir duas actividades que devem ser interligadas.

Em ambas sugere-se a metodologia de resolução de problemas por via experimental (investigativa).

**Na primeira parte**, pretende-se que os alunos verifiquem a variação do pH quando se faz borbulhar dióxido de carbono numa água em intervalos de tempos sucessivos

*Será que a dissolução do dióxido de carbono na água altera o seu pH?*

*Porque é que a água da chuva tem pH menor do que 7?*

### Sugestão:

Metade dos alunos de um turno deverá investigar os efeitos da dissolução do dióxido de carbono em água, enquanto a outra metade deverá investigar os efeitos da dissolução do dióxido de enxofre.

Para obtenção rápida dos efeitos da dissolução de  $CO_2$  em água destilada (em recipiente fechado) basta produzir este gás por reacção entre ácido clorídrico e carbonato de cálcio num balão de tubuladura lateral. A fim de borbulhar o gás produzido, ligar um tubo à saída lateral para dentro de uma amostra de água destilada com algumas gotas de indicador universal e um eléctrodo de pH imerso. Outro processo é usar uma pipeta para injectar ar expirado (com  $CO_2$ ) para dentro da água.

A obtenção do dióxido de enxofre poderá ser feita a partir da reacção de sulfito de sódio com ácido sulfúrico 2,0 mol  $dm^{-3}$ , num balão com tubuladura lateral.

		Tempo de contacto do CO <sub>2</sub> /s (ou SO <sub>2</sub> /s)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	.....
pH										

Numa segunda parte, pretende-se que os alunos dêem resposta às seguintes questões:

*Qual será o efeito da chuva ácida em águas com diferentes composições?*

*Como investigar se um ácido é forte ou fraco conhecendo as concentrações iniciais em ácido?*

Sugere-se que se ensaiem dois ácidos (um forte e outro fraco).

Com a finalidade de responder à questão-problema equacionada sugere-se uma discussão, em pequeno grupo, com enfoque:

- no controlo de variáveis tais como:
  - tipos de águas a analisar (destilada, mar, rios, ...). Se não houver acesso à água do mar pode ser substituída por soro fisiológico;
  - volume de amostra de água;
  - concentração de ácido a adicionar a cada amostra;
  - volumes de ácido a adicionar a cada amostra.
- no procedimento a adoptar e/ou representação esquemática da montagem experimental;
- no registo e apresentação de resultados (uma tabela para cada um dos ácidos 1 e 2) e/ou representação gráfica do pH de cada tipo de água em função do volume de ácido 1 ou 2 adicionado;
- nas principais conclusões.

		pH da solução após a adição do ácido 1							
		Volume total de ácido adicionado/cm <sup>3</sup>							
Água(s)		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	....
Destilada									
Torneira									
Rio/lago/lagoa									
Mar									

Repetir a tabela apresentada para a adição do ácido 2.

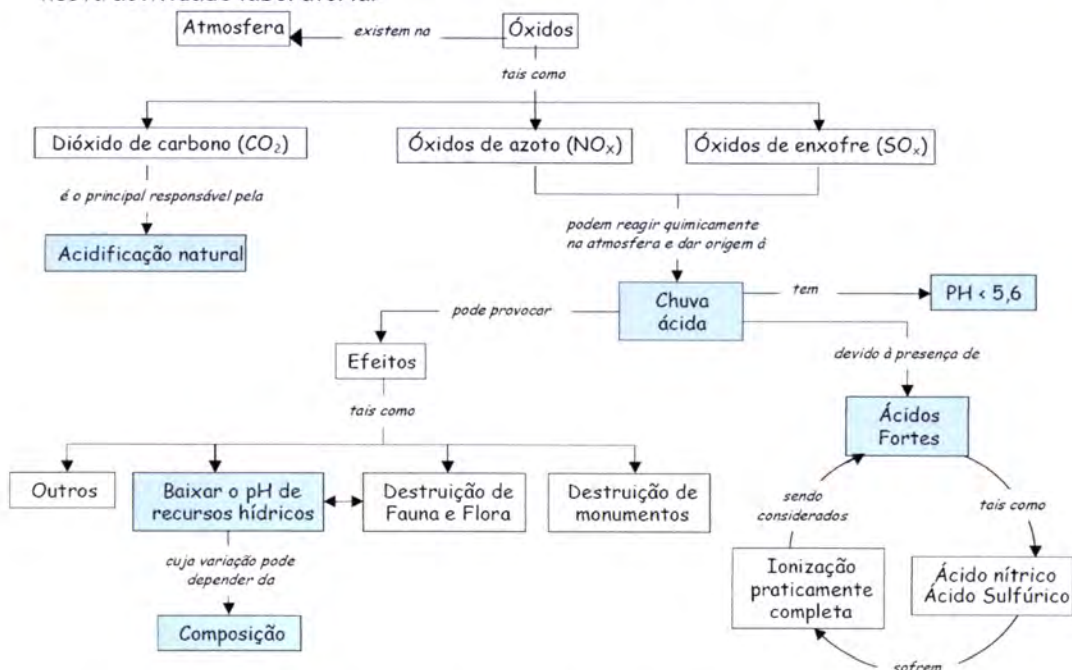
NOTA: Para responder à questão formulada utilizar, por exemplo, o ácido clorídrico ou nítrico, 0,1 mol dm<sup>-3</sup> e como ácido fraco o ácido acético com a mesma concentração.

No final ou durante a realização das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão e/ou avaliação, em particular:

- O que acontece à água destilada se estiver em atmosfera aberta?
- Em que condições terá a água destilada pH=7?
- A que ácido(s) poderá(ão) corresponder o ácido identificado como forte (consultar tabelas de  $k_a$ )?
- Por que se podem consumir refrigerantes que contêm na sua composição ácidos fortes? Por que é que uma solução de um ácido fraco pode provocar queimaduras?

- Onde existe maior quantidade de iões  $\text{H}_3\text{O}^+$  em  $50,0 \text{ cm}^3$  de solução do ácido forte ou em  $70,0 \text{ cm}^3$  do ácido fraco?
- Quais as equações químicas que traduzem a formação de chuvas ácidas e a acção destruidora das mesmas em monumentos calcários e metais, tais como o magnésio?
- Porque é que as chuvas ácidas têm pH menor do que 5,6?
- Porque é que as águas dos diversos oceanos têm, aproximadamente, o mesmo valor de pH?

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial:



### Material, equipamento e reagentes por par de alunos

Material e equipamento	Unidades
Balão de tubuladura lateral com rolha (*)	1
Borracha de ligação(*)	1
Buretas de 25 mL ou 50 mL	1 ou 2
Copos de 150 mL de forma alta	3 x 4
Copos de 50 mL	2 x 4
Cronómetro	1
Esguicho	1
Medidor de pH de bancada	1
Pipeta graduada de 5 ou 10 mL	1
Pipeta volumétrica de 50,0 mL	1
Placa com agitação magnética com barra	1
Pompete	1
Sensor de pH	1
Tubo de vidro para ligação (*)	1
Varetas de vidro	1

(\*) se houver lugar à preparação de dióxido de carbono e dióxido de enxofre

**Reagentes:**

- Solução em HCl 1 ou 2 mol/dm<sup>3</sup>; solução 0,1 mol/dm<sup>3</sup> de um ácido forte (ácido clorídrico ou nítrico) e de um ácido fraco (ácido acético).
- Carbonato de cálcio (ou calcário) em pó ou em pedra e magnésio em fita.
- Indicador universal.
- Sulfito de sódio e ácido sulfúrico 2,0 mol dm<sup>-3</sup>
- Água destilada, água do mar (ou soro fisiológico), água de rio/lago/lagoa e água da torneira.

**Sugestões de avaliação**

Cada grupo deverá:

- Apresentar o projecto para a resolução do problema colocado;
- Organizar as tabelas/quadros de registo dos dados obtidos e fazer a representação gráfica;
- Responder às questões formuladas anteriormente.

**AL 2.3 – Neutralização: uma reacção de ácido-base****2 aulas**

- Como neutralizar resíduos de ácidos/bases do laboratório de Química da escola?*
- Como identificar se os resíduos são de uma ácido/base forte?*
- Como determinar a concentração inicial em ácido?*

**Objecto de ensino**

- Neutralização: reacções ácido-base
- Indicadores ácido-base
- Titulação
- Curvas de titulação de ácido forte - base forte

**Objectivos de aprendizagem**

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação com material, equipamento, ácidos e bases
- Conhecer processos para neutralizar resíduos de ácidos/bases
- Realizar tecnicamente uma titulação
- Seleccionar indicadores adequados à titulação entre um ácido forte e uma base forte de acordo com a zona de viragem do indicador e a variação brusca do pH na curva de titulação
- Determinar graficamente o ponto de equivalência e compará-lo com o valor teoricamente previsto
- Identificar um ácido forte através da curva de titulação obtida usando uma base forte como titulante
- Determinar a concentração do titulado a partir dos resultados, nomeadamente os extrapolados da curva de titulação



## Sugestões metodológicas

A discussão e reflexão acerca das questões-problema: "Como neutralizar resíduos de ácidos/bases do laboratório de Química da escola?", "Como identificar se os resíduos são de uma ácido/base forte?" e "Como determinar a concentração inicial em ácido?" equacionadas poderá ser feita em actividade pré-laboratorial em sala de aula permitindo, assim, preparar e rentabilizar o tempo necessário à execução técnica no laboratório com vista à obtenção de dados, e posterior tratamento e conclusões. Convém referir que, sendo esta a primeira e única abordagem às volumetrias, não se deverá exigir aos alunos a excelência no domínio da técnica, já que voltarão a ter possibilidade de a desenvolver a propósito de outras titulações. O professor poderá demonstrar a montagem e procedimento técnico aproveitando para questionar os alunos:

- Que cuidados de segurança a ter na realização da experiência, nomeadamente na manipulação de ácidos e bases?
- Usando uma pequena amostra é possível responder às questões-problema?
- Porque é que a concentração do titulante (hidróxido de sódio) tem de ser rigorosamente conhecida e não deve ser preparada no laboratório da escola a partir do sólido?
- Como apresentar os resultados obtidos?
- Como calcular a concentração inicial em ácido?

A tabela que se segue é um exemplo possível de apresentação dos resultados.

Volume de titulante / cm <sup>3</sup>	pH
1	
2	
.....	

No início da aula laboratorial fornecer a cada grupo de alunos uma amostra de um ácido forte (se possível um resíduo) para realizarem a titulação. Poderão ser usados, em simultâneo, indicador e o sistema de aquisição e tratamento de dados que permite a construção da curva de titulação em tempo real ou o medidor electrónico de pH. Os alunos podem observar que a mudança de cor se opera durante a variação brusca do valor de pH, típica da titulação ácido forte - base forte.

Apresenta-se, em seguida, um procedimento possível:

Procedimento para a titulação:

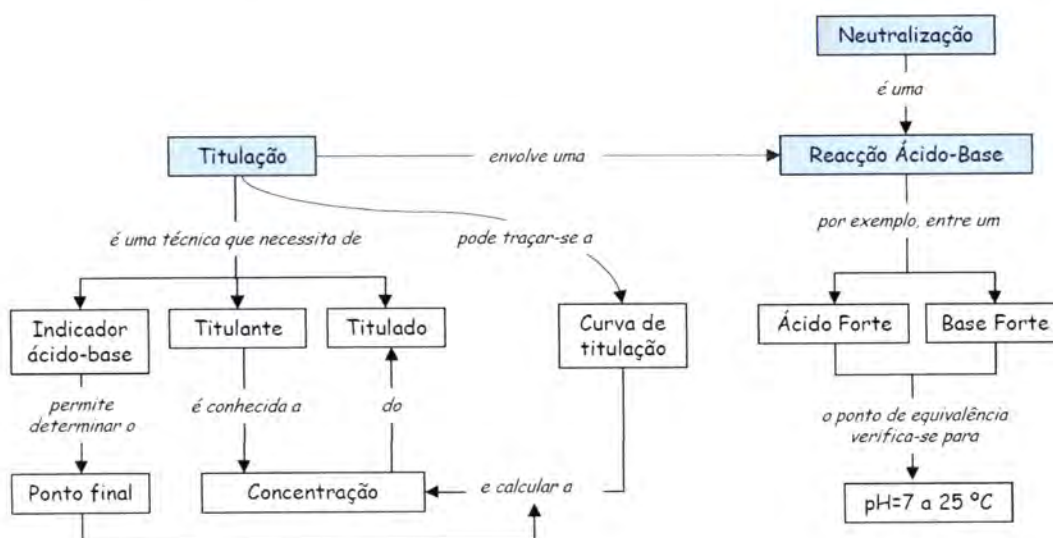
1. Medir rigorosamente com uma pipeta 3 tomas de 20 cm<sup>3</sup> para cada um dos três balões de erlenmeyer
2. Adicionar 3 gotas do indicador a cada balão
3. Encher a bureta, depois de devidamente preparada, com solução padrão de NaOH de concentração rigorosa
4. Registrar o volume inicial de titulante na bureta, atendendo aos algarismos significativos
5. Proceder à adição cuidadosa de titulante até ocorrer a viragem de cor do indicador, que permaneça por agitação durante 30 s
6. Registrar o volume final de titulante na bureta, atendendo aos algarismos significativos
7. Repetir o ensaio até obtenção de três volumes concordantes ( $\Delta V \leq 0,10 \text{ cm}^3$ )
8. Lavar de imediato e abundantemente a bureta com água da torneira (NaOH (aq) "ataca" o vidro)
9. Calcular a concentração da solução de ácido.



### Procedimento para o traçado da curva de titulação:

1. Medir rigorosamente com pipeta 1 toma de 20 cm<sup>3</sup> para um balão de erlenmeyer
2. Encher a bureta depois de devidamente preparada, com solução padrão de NaOH de concentração rigorosa
3. Registrar o volume inicial de titulante na bureta, atendendo aos algarismos significativos
4. Proceder à adição cuidadosa de pequenos incrementos de volume de titulante, registando o valor de pH após cada adição com agitação
5. Lavar de imediato e abundantemente a bureta com água da torneira (NaOH (aq) "ataca" o vidro)
6. Traçar a curva de titulação em papel milimétrico
7. Determinar graficamente o pH no ponto de equivalência e o volume de titulante usado
8. Comparar com o valor teórico previsto
9. Justificar o uso do indicador por confronto da sua zona de viragem com a zona de variação brusca de pH
10. Calcular a concentração da solução de ácido - problema

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos. nesta actividade laboratorial.



### Material, equipamento e reagentes por par de alunos

Material e equipamento	Unidades
Balão erlenmeyer	3
Barra magnética para agitação (facultativo)	1
Bureta de 50 mL	1
Esguicho	1
Funil para buretas	1
Garra para bureta	1
Pipeta volumétrica de 20 mL	1
Placa com agitação magnética (facultativo)	1

Pompete ou pipetador automático	1
Suporte Universal	1
Sensor de pH ou medidor electrónico de pH com eléctrodo combinado	1

**Reagentes:**

Solução de ácido forte (por exemplo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $0,050 \text{ mol dm}^{-3}$  ou resíduo ácido do Laboratório de Química, Solução de base forte (por exemplo  $\text{NaOH}$ )  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ ; solução alcoólica de fenolftaleína e/ou indicador vermelho de metilo.

**Sugestões de avaliação**

Cada aluno deverá:

- Traçar a curva de titulação
- Responder às questões formuladas anteriormente

**AL 2.4 Série electroquímica: o caso dos metais**

1 aula

*Porque é que nem todos os metais devem ser utilizados como recipientes?*

*Que metais se devem usar nas canalizações?*

*Por que se protegem os cascos metálicos dos navios com zinco?*

**Objecto de ensino**

- Série electroquímica qualitativa
- Protecção de metais por metais

**Objectivos de aprendizagem**

Esta AL permite ao aluno saber:

- Planificar a actividade laboratorial
- Seleccionar o equipamento laboratorial adequado à actividade em causa
- Aplicar as técnicas e os princípios subjacentes às diferentes situações laboratoriais
- Aplicar regras de segurança adequadas ao trabalho laboratorial em causa
- Organizar uma série electroquímica
- Seleccionar um metal a usar como protecção de outro

**Sugestões metodológicas**

Com esta actividade pretende-se que os alunos ordenem os metais magnésio, alumínio, zinco e cobre de acordo com o seu poder redutor. Para isso promove-se o contacto entre cada um dos metais e soluções aquosas de sais contendo os catiões dos outros metais.

Uma possível organização dos ensaios a realizar poderá ser conduzida de acordo com a seguinte tabela:

Iões (aq) \ Metais	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
Mg	-----			
Al		-----		
Zn			-----	
Cu				-----

Os alunos deverão planificar os ensaios a realizar, conjugando os pares: metal - solução. No total, cada grupo, deverá realizar 12 ensaios.

Soluções a utilizar: nitratos dos metais referidos, de concentração 0,1 mol dm<sup>-3</sup>, preparadas antecipadamente.

Os ensaios deverão ser realizados em placas de micro-escala (ou pequenos tubos de ensaio em suporte com orifícios numerados), de modo a que em cada linha se coloque o mesmo metal e em cada coluna se adicione a mesma solução (de acordo com a tabela).

Todos os ensaios deverão ser realizados em condições controladas de volume e temperatura das soluções e para o mesmo metal usar dimensões idênticas (por exemplo magnésio em fita e cobre em fio).

As reacções (se as houver) ocorrerão à temperatura ambiente, embora a modificação do sistema seja visível mais rapidamente nuns casos do que noutros. Por isso é conveniente deixar os metais em contacto com as soluções durante toda a aula.

### Sugestões de avaliação

1. Organizar o quadro de registo das observações efectuadas.
2. Interpretar em que situações ocorreu reacção e escrever a respectiva equação química.
3. Organizar a série electroquímica dos metais testados segundo o número de reacções em que cada metal esteve envolvido.
4. Com base nesta actividade, responder às seguintes questões:
  - 4.1 Qual dos metais usados poderia ser utilizado como contentor de qualquer das soluções usadas?
  - 4.2 Qual das soluções dos sais poderá ser guardada em recipientes de qualquer destes metais?
5. Responder às questões iniciais com base nos resultados obtidos.

### AL 2.5 - Solubilidade: solutos e solventes

2 aulas

*Será que uma substância bastante solúvel em água pode ser menos solúvel noutra solução?  
O que acontece à solubilidade em água de uma substância quando se varia a temperatura?*

Apesar da água ser um bom solvente não é um solvente universal nem existem solutos universais. No entanto, dissolve determinados materiais, cuja solubilidade pode variar com a temperatura e é dependente da natureza das interacções soluto-solvente.



## Objecto de ensino

- Solução saturada e não saturada de sais em água
- Solubilidade em água: substâncias muito e pouco solúvel
- Líquidos miscíveis e imiscíveis
- Solubilidade de líquidos em líquidos
- Factores que interferem na solubilidade de um soluto num solvente
- Influência da temperatura na solubilidade de um soluto num solvente

## Objectivos de aprendizagem

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de material e equipamento
- Concluir sobre alguns factores que afectam a solubilidade de um soluto num solvente
- Traçar a curva de solubilidade de um soluto num solvente em função da temperatura
- Aplicar técnicas e princípios subjacentes à medição e transferência de sólidos e líquidos
- Proceder à recuperação/eliminação dos materiais utilizados, de acordo com as regras de segurança

## Sugestões metodológicas

Com a finalidade de responder às questões-problema equacionadas sugere-se:

- Utilização, sempre que possível, de pequenas porções de material (ou micro-escala) para minimizar custos e resíduos.
- Para que os alunos possam encontrar resposta ao modo como a natureza do par soluto-solvente interfere na solubilidade de um soluto em vários solventes ou no poder dissolvente de um solvente sobre vários solutos, propõe-se uma abordagem do tipo experimental (com manipulação de variáveis) planificada pelos próprios alunos. As questões a ter em conta poderão ser:
- Quais os solutos e solventes que podemos testar? Poderão ser disponibilizados vários solutos (substâncias iónicas e covalentes) e solventes (polares e apolares). Sugere-se os solutos cloreto de sódio, cloreto de cálcio, carbonato de cálcio, iodo e heptano e os solventes água, etanol e n-hexano, entre outros.
- Para que a conclusão seja válida (comparação relativa das solubilidades de cada soluto em cada solvente) que condições deve utilizar? Os alunos deverão considerar como variáveis a controlar (manter constante durante os diferentes ensaios) a temperatura, o volume de solvente e a quantidade de soluto (uma aproximação possível poderá ser considerar a massa de soluto constante). Sugere-se o uso de 5 cm<sup>3</sup> de solvente e 0,5 g de soluto. As condições da mistura dos dois componentes também deverão ser equivalentes, daí a agitação vigorosa após a adição seguida de repouso, em todos os tubos de ensaio de forma equivalente.
- Como organizar o registo das observações? A preparação prévia de uma tabela de registo deverá ser feita pelos alunos, pois ajudá-los-á a pensar no que vão fazer, porquê e como. Sugere-se o uso de uma tabela de dupla entrada, por soluto e por solvente, onde se registre "muito solúvel", "pouco solúvel" ou "muito pouco solúvel". Para facilitar a tomada de decisão sobre a extensão da solubilização, poder-se-á deixar como termo de comparação uma amostra igual de cada um dos solutos (sem solvente) num tubo de ensaio igual.

Solvente (5 cm <sup>3</sup> ) \ Solute (0,5 g)	Água	Etanol	n-hexano
Cloreto de sódio			
Cloreto de cálcio			
Carbonato de cálcio			
Iodo			
n-heptano			
Água	-----		
Etanol		-----	
n-hexano			-----

Nota: Para tornar mais nítidas as duas fases líquidas poder-se-á adicionar umas gotas de corante alimentar à fase em que ele for solúvel

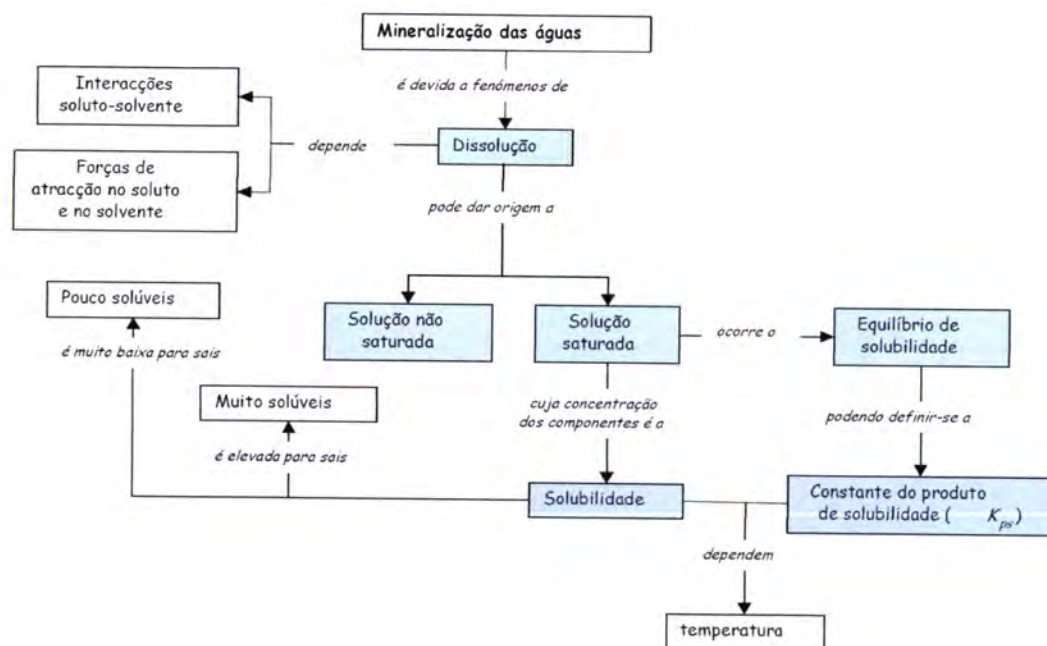
1. Para responder à segunda questão "*O que acontece à solubilidade em água de uma substância quando se varia a temperatura?*" pode-se escolher um soluto (nitrato de potássio) e um solvente (água), e ensaiar qual o valor da temperatura mínima para a qual misturas de um certo volume de solvente (10 cm<sup>3</sup>) dissolvem por completo diferentes massas desse soluto. Sugere-se usar quatro amostras de soluto de massas diferentes (4,0 g; 7,5 g; 12,5 g e 17,5 g) e por razões de economia de tempo cada um dos grupos trabalhará com uma amostra de uma determinada massa, realizando, pelo menos, três ensaios, cujo resultado final não apresente uma variação superior a 1 °C. A média aritmética dos valores determinados representa o valor mais provável da temperatura à qual a solução está em equilíbrio com a fase sólida. O conjunto dos quatro resultados da temperatura, para as quatro misturas ensaiadas, são os valores a serem utilizados por toda a turma (turno) na construção do gráfico. Assim:
  - A- Cada grupo prepara uma amostra de nitrato de potássio com uma das massas correspondentes ao ensaio (4,0 g ou 7,5 g ou 12,5 g ou 17,5 g) e coloca-a num tubo de ensaio (20 x 200 mm);
  - B- Pipetar 10 cm<sup>3</sup> de água destilada, transferir para o tubo de ensaio e agitar com uma vareta até dissolver a maior quantidade;
  - C- Colocar o tubo de ensaio dentro de um copo de 250 mL com cerca de 200 cm<sup>3</sup> de água quente;
  - D- Agitar cuidadosamente a mistura em banho de água aquecida até todo o nitrato de potássio estar totalmente dissolvido;
  - E- Retirar o tubo de ensaio do copo, introduzir um termómetro, e continuar a agitar cuidadosamente a mistura à medida que vai arrefecendo;
  - F- Observar a solução e quando se iniciar a cristalização registar o valor da temperatura;
  - G- Repetir os procedimento C a F com o mesmo tubo de ensaio até se obterem leituras que não devem diferir de mais do que 1°C;
  - H- Proceder ao traçado da curva de solubilidade (massa de nitrato de potássio dissolvido/100 g de água em função da temperatura);
  - I- Comparar o gráfico obtido com outros que vêm descritos na literatura.

NOTA: A melhor observação é a que se realiza quando se olha para a extremidade inferior do tubo de ensaio onde se irão depositar os cristais à medida que se formam.

No final das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão, em particular:

- Qual o soluto mais solúvel em água?
- Qual o soluto mais solúvel em n-hexano?
- Para cada um dos solutos ensaiados como varia a sua solubilidade nos diversos solventes?
- Como varia o poder dissolvente de cada solvente com os solutos ensaiados?
- Caracterizar o tipo de ligações químicas existentes em cada um dos solutos ensaiados (iónica ou covalente) e em cada solvente (covalente polar ou covalente apolar) e estabelecer a associação verificada para os pares soluto-solvente onde a solubilização foi mais extensa (maior solubilidade).
- Por que é que as águas "ricas" em cálcio são "pobres" em iões fluoreto? (sugestão: ter em conta valores tabelados para  $K_{ps}$  de fluoretos)
- Será que a solubilidade de todos os sais aumenta sempre com a temperatura? (sugestão: explorar dados disponíveis, gráficos ou tabelas, relativos a outros sais tais como cloreto de sódio, sulfato de cério(III), entre outros)

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial:



Material, equipamento e reagentes por par de alunos

Material e equipamento	Unidades
Balança semi-analítica	1
Contentor para resíduos	1 por cada tipo
Copo de 250 mL	1
Esguicho	1
Placa de aquecimento	1



Pipeta graduada de 5 mL	1
Pompete ou pipetador automático	1
Rolhas para tubos de ensaio de 16 x 200 mm	1
Rolhas para tubos de ensaio de 20 x 200 mm	1
Suporte para tubos de ensaio de 16 x 200 mm	1
Suporte para tubos de ensaio de 20 x 200 mm	1
Termómetros (-10 a 110 °C)	1
Tubos de ensaio (16 x 200 mm)	1
Tubos de ensaio (20 x 200 mm)	1
Varetas de vidro	1

**Outros materiais:**

Água, hexano, etanol, propanona, iodo, carbonato de cálcio, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, nitrato de potássio e acetato de cálcio.

NOTA: o nitrato de potássio e o acetato de cálcio devem ser recuperados das soluções preparadas, para ser usado por outros turnos, por evaporação parcial do solvente, filtração e secagem na estufa (atenção ao ponto de fusão).

**Sugestões de avaliação**

Todos os grupos devem:

- Colaborar no traçado da curva de solubilidade (massa de nitrato de potássio ou acetato de cálcio dissolvido/100 g de água em função da temperatura);
- Comparar as curvas obtidas e relacionar o seu traçado (declive) com a variação da solubilidade com a temperatura;
- Discutir as limitações do procedimento experimental;
- Responder às questões formuladas anteriormente.

**AL 2.6 - Dureza da água e problemas de lavagem****1 aula**

*Porque é que o sabão nem sempre lava bem?*

*Porque é que em certas regiões do país a roupa e os cabelos acabados de lavar ficam ásperos?*

*Há alguma vantagem em lavar com detergente em vez de sabão?*

*Como amaciar uma água?*

**Objecto de ensino**

- Dureza da água: origem, consequências a nível doméstico e amaciamento

**Objectivos de aprendizagem**

Esta AL permite ao aluno saber:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação com material, reagentes e equipamento
- Associar dureza total de uma água à presença predominante de iões cálcio e magnésio
- Classificar uma água em dura, branda ou macia
- Interpretar a origem da dureza de uma água em termos da natureza dos solos
- Conhecer processos de minimizar a dureza das águas

### Sugestões metodológicas

Com a finalidade de responder às questões-problema "Porque é que o sabão nem sempre lava bem?" e "Há alguma vantagem em lavar com detergente em vez de sabão?" equacionadas sugere-se:

- Fazer uma discussão prévia com os alunos sobre as possíveis espécies químicas responsáveis pela dureza da água, o tipo de solos que lhe dão origem, intervalos de concentração mássica em  $\text{CaCO}_3$  para águas macias, brandas e duras e implicações a nível doméstico da utilização de águas duras.
- Envolver os alunos num trabalho prático de natureza investigativa a fim de identificarem a água dura (por exemplo: água destilada com sulfato de magnésio ou cloreto de cálcio), branda e macia (por exemplo: água destilada) entre três amostras de água para eles desconhecidas, a partir do comportamento da lavagem com sabão de lavagem manual, detergente e champô para o cabelo. Numa fase pré-laboratorial poderão ser colocadas algumas questões tais como:
- Há diferenças na aparência de uma água macia e dura?
- Poder-se-á avaliar a dureza de uma água através de efeitos que provoca aquando da lavagem com sabão comercial de lavagem manual ou de um detergente comercial? Como?
- Que tipo de variáveis se devem controlar?
- Como apresentar os resultados obtidos?
- Que cuidados a ter na realização da experiência para minimizar os resíduos?

A tabela que se segue é um exemplo possível de apresentação dos resultados.

Agente de limpeza	Variáveis a medir	OBSERVAÇÕES/REGISTOS		
		10 cm <sup>3</sup> de Água 1	10 cm <sup>3</sup> de Água 2	10 cm <sup>3</sup> de Água 3
... g de sabão	Altura de espuma /cm			
	Formação de espuma			
	Limpidez			
... g de detergente	Altura de espuma /cm			
	Formação de espuma			
	Limpidez			
1 cm <sup>3</sup> de champô	Altura de espuma /cm			
	Formação de espuma			
	Limpidez			
Classificação da água quanto à dureza				



- Utilizar, sempre que possível, pequenas porções de material (ou micro-escala) para minimizar os resíduos. Sugere-se o uso de tubos de ensaio e de solução aquosa de cloreto de cálcio ou carbonato de cálcio da AL 2.2 (podem ser consideradas águas duras).
- Investigar se a água que abastece a escola é macia, branda ou dura através da comparação de resultados.
- Para responder à questão "Como amaciar a água?" pode usar-se a água dura remanescente para proceder ao seu amaciamento, provocando a diminuição da concentração de iões  $\text{Ca}^{2+}$  e/ou  $\text{Mg}^{2+}$  por precipitação na forma de carbonatos. Assim:
  - A- Adicionar carbonato de sódio à água dura remanescente (por exemplo, 3g/100  $\text{cm}^3$ ) colocada num copo de 250 mL;
  - B- Aquecer a mistura numa placa de aquecimento e agitar durante 5 min;
  - C- Retirar o copo de cima da placa e deixar arrefecer;
  - D- Separar o sólido (precipitado) por filtração ou centrifugação;
  - E- Aproveitar parte do filtrado para fazer um novo teste, usando sabão.
  - F- Comparar o volume de espuma formado com os testes realizados anteriormente.

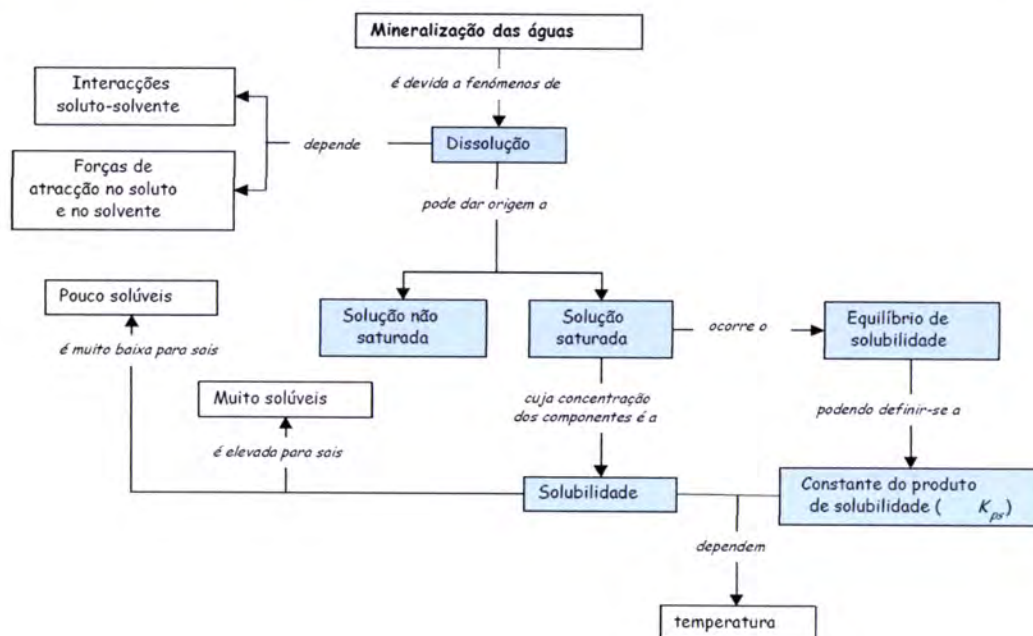
NOTA: A fim de se rentabilizar o tempo, este teste deverá ser realizado, em simultâneo, por uma parte dos elementos do grupo.

No final das actividades algumas questões poderão ser colocadas aos alunos para discussão, em particular:

A partir dos resultados obtidos:

- qual é a água dura, branda e macia?
- onde é que o sabão é mais eficiente, na água macia ou na água dura?
- qual é o produto mais eficiente numa água dura: sabão ou detergente?
- como classificar a água da torneira quanto à dureza?
- qual a equação química que traduz a formação de espuma (estearato de cálcio -  $\text{Ca}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$ )?
- como explicar o amaciamento da água dura usando carbonato de sódio? Qual o nome do sólido que ficou retido no filtro?

O diagrama seguinte apresenta uma possível organização dos conceitos envolvidos nesta actividade laboratorial.



Material, equipamento e reagentes por par de alunos

Material e equipamento	Unidades
Balança	1
Centrifugadora	1
Copo de 250 mL	1
Equipamento para filtração a pressão reduzida	1
Esguicho	1
Espátula	1
Placa de aquecimento com agitação magnética	1
Pipeta graduada de 10 mL	1
Pompete	1
Régua	1
Rolhas para tubos de ensaio	3 x 1
Tubo de ensaio	1 x 9
Tubos para centrifugadora	vários
Vareta de vidro	1

#### Reagentes:

Água destilada, água da torneira, cloreto de cálcio, sulfato de magnésio, detergente comercial, champô, carbonato de sódio e sabão para lavagem de roupa à mão.

#### Sugestões de avaliação

Cada grupo deverá:

- Fazer o registo de resultados
- Responder às questões formuladas anteriormente.




# *ANEXO II*

GUIÃO DA SAÍDA DE CAMPO

---



	<p style="text-align: center;"><b>Guião de Saída de Campo</b>  FÍSICA E QUÍMICA A / BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11ºANO  <b>Aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais</b>  da exploração mineira  Mina de São Domingos 2008/2009</p>
---	--

## 1. INTRODUÇÃO

A Mina de S. Domingos representa provavelmente um dos mais importantes e estruturantes investimentos industriais jamais realizados em Portugal. O programa mineiro desta mina veio transformar radicalmente a paisagem física, humana e natural de região.

Esta saída de campo está programada para três locais distintos da área de exploração mineira. A visita decorre junto à corta, às estações de britagem da Moitinha e à fábrica de enxofre da Achada do Gamo. As deslocações entre os diferentes locais serão efectuadas a pé, possibilitando a observação do impacto ambiental resultante da actividade mineira levada a cabo entre 1854 e 1966.

**NOTA:** O roteiro que se segue apresenta um conjunto de questões a que deves tentar responder, com a colaboração de todos os elementos do grupo e auxílio das professoras.

## 2. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA SAÍDA DE CAMPO



Fig. 1 - Mapa do concelho de Mértola

A actividade vulcânica que ocorreu nesta região deu origem a importantes jazigos de **pirites**. Estes jazigos situam-se ao longo de uma faixa que se desenvolve desde Alcácer do Sal (NW) até Sevilha (SE), numa extensão de cerca de 250 km de comprimento e 30 de largura, chamada **Faixa Piritosa Ibérica (FPI)** ou Faixa Piritosa Alentejana.

O jazigo a visitar situa-se na Mina de S. Domingos, que pertence ao concelho de Mértola, uma vila situada a cerca de 50 km do local de partida (Serpa). A Mina de S. Domingos situa-se a Sul de Serpa e próximo da fronteira com Espanha.



A zona da corta situa-se ainda na área do **Parque Natural do Vale do Guadiana**. Três grandes unidades paisagísticas destacam-se: os vales encaixados do rio Guadiana e seus afluentes, as elevações quartzíticas das serras de Alcaria e São Barão (com altitude máxima de 370 m) e as ondulantes planícies que dominam em extensão esta Área Protegida.

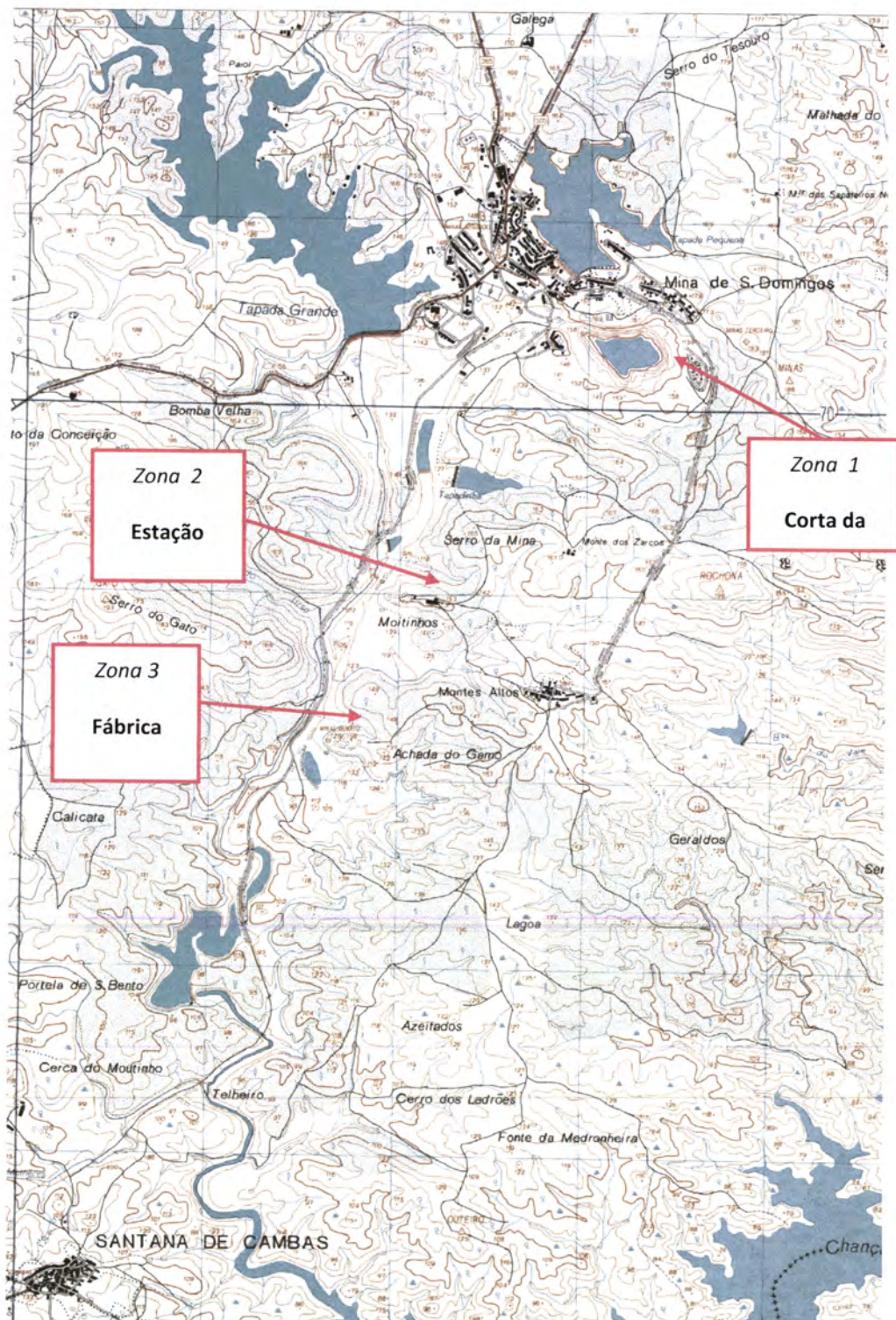


Fig. 2 - Área a percorrer na visita de estudo à MSD



### 3. OBJECTIVOS DA SAÍDA DE CAMPO

- Desenvolver as capacidades de observação da natureza
- Observar e interpretar os diferentes aspectos geomorfológicos
- Compreender a acidez das águas da rede hidrográfica da área mineira
- Relacionar a acidez das águas com a ausência de biodiversidade
- Compreender processos tecnológicos para enriquecimento do minério e produção de enxofre
- Utilizar algumas técnicas de obtenção de dados de campo: mapas, bússola, GPS, recolha de amostras, etc.
- Discutir os efeitos da intervenção humana na paisagem
- Sensibilizar para a preservação do património natural

### 4. MATERIAL A UTILIZAR NA SAÍDA DE CAMPO

- Guião de campo
- Medidor de pH, calculadora e termómetro
- Gobelés para recolha de amostras (água)
- Sacos para recolha de amostras (rochas)
- Martelo de geólogo e bússola
- Mapas, cartas e GPS
- Lápis, lápis de cor, borracha e régua
- Máquina fotográfica (facultativa)
- Calçado confortável, roupa prática, e farnel

### 5. CUIDADOS A TER DURANTE A SAÍDA DE CAMPO

- Durante as actividades programadas o telemóvel e os dispositivos de som devem estar desligados
- No início da saída de campo cada elemento do grupo receberá um guião e algum material a utilizar nas várias actividades previstas
- Durante as actividades deves acompanhar e colaborar com os elementos do teu grupo de trabalho e concentrar-te nas respostas às questões do guião
- No final da saída de campo cada elemento do grupo deve entregar todo o material recebido no início e o guião de campo completamente preenchido



## 6. ACTIVIDADES JUNTO À CORTA

Dois tipos de extracção marcaram a exploração da Mina de S. Domingos: subterrânea e a céu aberto. A primeira levou à criação de um intrincado sistema de galerias, organizadas por pisos separados entre si cerca de trinta metros, até à profundidade de 405 metros, a partir do piso 120. A exploração mineira a céu aberto, realizada no local onde hoje está a “corta”, iniciou-se em 1867 e terminou em torno da década de oitenta do século XIX, com a remoção de mais de três milhões de metros cúbicos de terras, numa área de cerca de 42000 m<sup>2</sup> e atingindo uma profundidade de cerca de 100 metros. O minério era formado por uma massa de pirite, sulfureto de ferro (FeS<sub>2</sub>), com percentagens variáveis de outros sulfuretos, especialmente blenda, (sulfureto de zinco - ZnS), calcopirite (sulfureto de ferro e cobre - CuFeS<sub>2</sub>) e galena (sulfureto de chumbo - PbS).

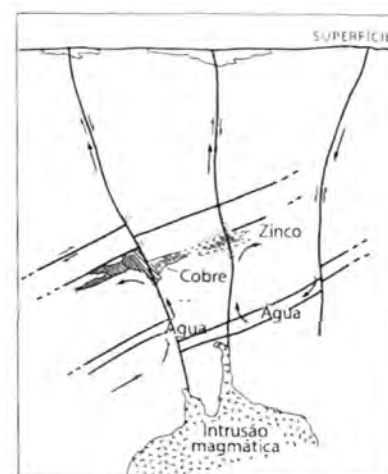
A génese dos jazigos de sulfuretos maciços da FPI está relacionada com a circulação de fluidos hidrotermais (água do mar modificada e fluidos magmáticos) entre as rochas vulcânicas e sedimentares, as quais sofreram por isso processos de lixiviação e troca iónica. As rochas mais antigas associadas a esta formação, são xistos e quartzitos, com mais de 350 Ma.

A massa de sulfuretos encontra-se na sua parte mais superficial transformada num chapéu de ferro (ou *gossan*) que se pode ainda observar nos pisos do lado norte da corta. O chapéu de ferro surge com coloração castanho-amarelada, devido à presença de limonite e hematite que resultou da oxidação dos sulfuretos.

O transporte de minério de ferro foi feito inicialmente pelo processo *tramway* (vagões puxados por machos) e, a partir de 1867, por locomotivas a vapor. O minério extraído era assim colocado na instalação de britagem da Moitinha, nos campos de cementação do Vale da Ribeira de S. Domingos, nas fábricas de enxofre da Achada do Gamo ou no porto mineiro (Pomarão).

**Paragem 1** – Placa informativa, junto à corta

**P1: Elabora** um esquema da escavação a céu aberto. **Assinala** no **esquema** a posição original da massa de pirite e do chapéu de ferro e **elabora** a respectiva **legenda**.



**Fig. 3** - Jazigo de cobre e zinco da

Faixa Piritosa Alentejana

**P2:** Utiliza a bússola/GPS e regista os pontos cardeais no esquema.

**Paragem 2** – No fim do passadiço, do lado esquerdo da placa informativa

**P3:** Observa o **stockwork**, rede de veios que “alimentava” a massa de minério. **Relaciona** o processo de lixiviação com a formação do minério.

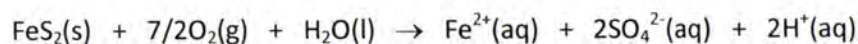
**Paragem 3** – No passadiço, do lado direito da placa informativa

**P4:** Junto ao passadiço observas depósitos (escombeiras) de estéril, isto é, os materiais sem aproveitamento da mina. **Recolhe** amostras para determinares a sua densidade em laboratório. **Regista** se observas algum tipo de vegetação.

## 7. ACTIVIDADES JUNTO À ESTAÇÃO DE BRITAGEM

O minério trazido por comboio da área de exploração, situada a montante, era descarregado em Moitinha, onde se localizavam os moinhos britadores. Na margem esquerda da ribeira de S. Domingos identificam-se as ruínas da base da chaminé das caldeiras e do edifício principal, o qual era servido por duas linhas férreas, a superior para comboios com minério bruto e a inferior para composições com minério britado. No topo da colina surgem as ruínas do bairro operário da Moitinha, o qual domina o vale e o extenso planalto ocupado por tanques de lixiviação de cobre. Na margem oposta à estação de britagem observam-se escombeiras de escórias modernas de cor negra. A montante deste local encontra-se o paredão de uma barragem mineira, actualmente com comportas de fundo abertas.

Um dos maiores problemas da mina é a produção de efluentes ácidos que resultam da sua exposição ao ar e à água. A drenagem ácida desta mina resulta da oxidação da pirite, em contacto com a água e o oxigénio.



**Paragem 4** – Placa informativa, junto à estação de britagem

**P5:** Identifica a espécie responsável pela acidez da amostra.

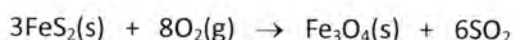
**P6:** Escreve a equação química que traduz a ionização da espécie identificada.

**P7:** Indica os pares ácidos/base conjugados

**P8:** A propósito do trabalho dos mineiros, Felicidade Jacques escreve na sua monografia: *A “água forte” estraga-lhes, corta-lhes a roupa e a pele. Muitos têm os pés gretados quando não é também as costas com queimaduras.* Procura **explicar** o significado da “água forte”.

## 8. ACTIVIDADES JUNTO À FÁBRICA DO ENXOFRE

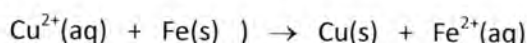
Em 1936 construiu-se a fábrica de enxofre da Achada do Gamo. Os fornos estavam nas torres que, embora degradadas, ainda estão de pé. Nesta fábrica, o material previamente triturado sofria **ustulação**. Este processo consistia na transformação dos sulfuretos em óxidos a temperatura inferior ao ponto de fusão e na presença de ar. Ao mesmo tempo, certas impurezas voláteis são eliminadas.



A partir dos óxidos de enxofre obtinha-se o enxofre (mais pirite ustulada mais escórias). Nas paredes em ruínas é possível observar enxofre nativo.

Da corta saía o minério e do **malacate** (poço com moinho de vento que se observa junto às oficinas da mina) saía água ácida que era conduzida até esta zona (é possível observar canais para condução de água e água ácida).

O minério era britado na estação da moitinha e passado pela água ácida, que dissolvia o cobre e juntando-se sucata de ferro o cobre precipitava em tanques feitos de tijolos e madeira, que podem ser observados mais a sul da fábrica. Este processo de oxidação-redução que ocorre quando uma solução ácida que contém um ião metálico entra em contacto com um metal mais activo designa-se **cementação**.



O minério extraído, a pirite britada, o enxofre e o cobre seguiam de comboio até ao Pomarão, para depois serem transportados de barco para Inglaterra.

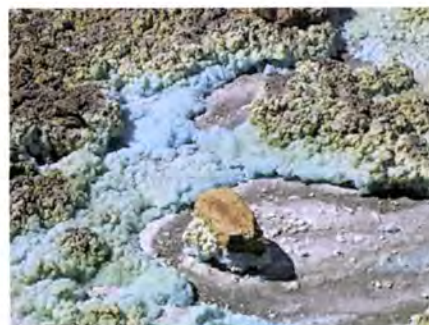


### Paragem 5 – Achada do Gamo

**P9: Elabora** um esquema com três etapas que represente o processo de produção do enxofre.

**P10: Elabora** um esquema com quatro etapas que represente o processo de produção de cobre.

**P11:** Nesta zona poderás observar imagens semelhantes à da figura 4. Sabendo que se trata de sais hidratados e que têm na sua constituição cobre e enxofre, tenta **identificar** o sal aqui presente.



**Fig. 4** –Minerais de cor azul,

**P12: Recolhe** uma amostra de água. Tendo em atenção a acidez da água, procede de acordo com as normas de segurança. **Regista** a temperatura.

**P13: Mede** o pH da amostra recolhida e **classifica-a**.

**P14: Determina** a concentração do ião  $\text{H}_3\text{O}^+$  presente nesta solução.

**P15: Analisa** a tabela da figura 5 com os valores de  $K_w$  (produto iónico da água) a diferentes temperaturas e, tendo em conta o valor registado, determina a concentração do ião  $\text{OH}^-$ .

**P16: Relaciona** o valor de pH registado com ausência de vegetação nesta área.

**P17:** “O abandono de uma indústria extractiva não implica o fim da poluição ambiental”. Tendo em atenção o que observaste durante o percurso, **comenta** a afirmação.

Temperatura / $^{\circ}\text{C}$	$K_w$
0	$0,11 \times 10^{-14}$
10	$0,29 \times 10^{-14}$
20	$0,67 \times 10^{-14}$
25	$1,00 \times 10^{-14}$
30	$1,47 \times 10^{-14}$
40	$2,71 \times 10^{-14}$
50	$5,47 \times 10^{-14}$

**Fig. 5** – Tabela do produto iónica da água

**P18:** Após o encerramento da mina, a população da Mina de S. Domingos ficou reduzida a menos de um sexto, verificando-se migração da população activa para o estrangeiro e para a área metropolitana de Lisboa. **Procura indicar** as consequências a nível social deste facto.

**Paragem 6** – Junto ao cais (do lado esquerdo), já no regresso

**P19:** As rochas que observas estão hoje muito alteradas, mas com martelo é possível distinguir dois tipos diferentes. **Compara** as duas rochas quanto à dureza e laminação.

**P20:** Faz um esquema da barreira onde se encontram estas rochas

- BOM TRABALHO -

### Proposta de actividades pós-visita

- ☞ Efectuar a avaliação da visita, contando com a participação activa dos alunos. Pode ser utilizado um modelo da escola ou outro específico para o efeito, para ser preenchido individualmente ou em grupo e discutido com o professor. A avaliação da visita deve ser divulgada.
- ☞ Lavar cuidadosamente os exemplares de rochas e minerais recolhidos; guarda-os devidamente identificados em locais preparados para o efeito.
- ☞ Confirmar as respostas e os esquemas elaborados durante a visita de estudo, em discussão com os elementos de outros grupos e com o auxílio do professor.
- ☞ Determinar a densidade das amostras de rochas/minerais recolhidas e comparar com minerais de valor conhecido de densidade (enxofre - 2,0 a 2,1; pirite - 5,0 a 5,2; calcopirite - 4,1 a 4,3).
- ☞ Organizar uma exposição, por exemplo sob a forma de cartazes, Power Point, etc., sobre os aspectos paisagísticos e ambientais observados, com todos os materiais recolhidos e imagens obtidas (incluindo título, nome dos autores, data da saída, objectivos), convidando colegas de outras turmas para a visitarem.
- ☞ Debater ou reflectir sobre o que fazer (em termos de resolução de problemas e participação activa na sociedade) na MSD para a sua recuperação paisagística e ambiental, tendo em atenção a diversidade de entidades que terão de intervir.

# *ANEXO III*

FICHA BIOGRÁFICA

---



## DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS



## FICHA BIOGRÁFICA

## 1. O ALUNO

1.1. Nome: \_\_\_\_\_

1.2. Idade: 

1.3. Género:

Masculino Feminino 1.4. Ano de Escolaridade: 

1.5. Residência: \_\_\_\_\_

## 2. O ENCARREGADO DE EDUCAÇÃO

2.1. Nome: \_\_\_\_\_

2.2. Idade: 

2.3. Parentesco: \_\_\_\_\_

2.4. Residência: \_\_\_\_\_

2.5. Escolaridade: \_\_\_\_\_

2.6. Profissão: \_\_\_\_\_

## 3. O AGREGADO FAMILIAR

	Pai	Mãe	Irmã(o)	Irmã(o)	Irmã(o)	Outro
Idade						
Escolaridade						
Profissão						

## 4. SITUAÇÃO ESCOLAR

4.1. És repetente?

SIM NÃO



4.2. Tens repetências em anos anteriores? SIM  NÃO

4.2.1. Se respondeste **SIM** Quantas?  Em que anos? \_\_\_\_\_

4.3. Tens disciplinas em atraso? SIM  NÃO

4.3.1. Se respondeste **SIM** Quantas?  Quais? \_\_\_\_\_

## 5. EXPECTATIVAS PARA O FUTURO

5.1. Pretendes: Concluir o 12º Ano  Fazer um bacharelato   
Fazer uma licenciatura

## 6. INTERESSES

6.1. Gostas de frequentar a escola? SIM  NÃO

6.2. Gostas mais dos intervalos do que das aulas? SIM  NÃO

6.3. Gostas mais das disciplinas de formação específica do que das de formação geral? SIM  NÃO

6.4. Gostas mais de ler do que praticar uma actividade desportiva? SIM  NÃO

## 7. ACTIVIDADES ESCOLARES

7.1. Participaste em pelo menos uma visita de estudo por ano escolar em cada um dos anos lectivos anteriores? SIM  NÃO

7.2. Em anos lectivos anteriores, realizaste actividades laboratoriais:

7.2.1 em Ciências Naturais? SIM  NÃO

7.2.2 em Ciências Físico-Químicas? SIM  NÃO

7.2.3 em Biologia e Geologia? SIM  NÃO

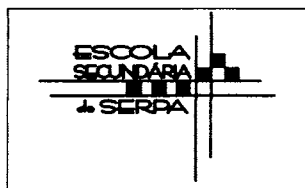
7.2.4 em Física e Química A? SIM  NÃO

# *ANEXO IV*

QUESTIONÁRIO DE ATITUDES (Q1)

---





## DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS

## QUESTIONÁRIO 1

Este questionário destina-se aos alunos do ensino secundário e tem por objectivo medir **atitudes** relacionadas com o **consumo de água** e com o **ambiente** em geral, com a **ciência** e com a disciplina de **Física e Química A**. Os dados obtidos serão apenas processados de forma estatística, não se destinando de nenhum modo a avaliar os respondentes.

O questionário é de natureza **confidencial e anónima**, pelo que agradeço que respondas com sinceridade às questões que te são colocadas.

## INFORMAÇÃO DE ENQUADRAMENTO

1. Idade:       2. Género:      Masculino       Feminino
3. Ano de Escolaridade:

## ORIENTAÇÕES PARA O PREENCHIMENTO

- O questionário apresenta quarenta e três afirmações distribuídas por quatro blocos.
- Lê cada uma das afirmações e assinala com um (X) a quadrícula correspondente à tua resposta.
- O questionário apresenta ainda três questões abertas para serem respondidas por extenso.
- Tem em consideração que não há respostas certas ou erradas, pretendendo-se apenas a tua opinião pessoal e sincera.
- Por favor, não deixes nenhuma resposta em branco.

## 1 – Consumo de água

Nº	Indicador	Discordo totalmente	Discordo bastante	Não concordo nem discordo	Concordo bastante	Concordo totalmente
1.1	Devemos preferir o banho de chuveiro ao banho de imersão.					
1.2	Enquanto tomamos banho, devemos deixar a torneira a correr.					
1.3	Devemos tomar duchas prolongados.					
1.4	Os carros devem ser lavados com o auxílio de uma mangueira.					
1.5	Devemos colocar as garrafas de água usadas no contentor amarelo.					
1.6	Enquanto lavamos os dentes, devemos deixar a torneira a correr.					
1.7	Devemos adaptar os autoclismos para despejar apenas parte da água do reservatório.					
1.8	A água de lavar a fruta/vegetais deve ser utilizada para outros fins.					
1.9	Devemos ter um reservatório em casa para aproveitar a água da chuva.					
1.10	Enquanto lavamos a louça, devemos deixar a torneira a correr.					

## 2 – Ambiente

Nº	Indicador	Discordo totalmente	Discordo bastante	Não concordo nem discordo	Concordo bastante	Concordo totalmente
2.1	O equilíbrio na natureza é muito delicado e facilmente perturbado pelas actividades humanas.					
2.2	Quando as pessoas interferem com a natureza, as consequências são frequentemente desastrosas.					
2.3	Para sobreviverem, as pessoas têm de viver em harmonia com a natureza.					
2.4	As pessoas têm o direito de modificar o ambiente natural para satisfazer as suas necessidades.					
2.5	Não precisamos estar preocupados com o problema do ambiente, porque a ciência consegue resolver qualquer crise que surja.					
2.6	Os seres humanos têm o direito de usar as plantas e os animais em função dos seus interesses.					
2.7	Nas últimas décadas assistiu-se a um disparo no crescimento económico e industrial resultando num aumento de consumo dos recursos naturais. No futuro é necessário alterar esta situação, limitando ou reduzindo esse crescimento.					
2.8	Apesar dos recursos da Terra serem limitados vão durar ainda tanto tempo que qualquer preocupação sobre isso é alarmista.					
2.9	As pessoas não precisam de se adaptar ao ambiente natural porque podem transformá-lo à medida das suas necessidades.					
2.10	Existem limites ao crescimento, para além dos quais as sociedades industrializadas não podem expandir-se.					

2.11 Consideras a água disponível na tua região de qualidade?

SIM

NÃO

a) Na tua opinião, que factores influenciam essa qualidade?

---



---



---



---



---

## 3 – Ciência

Nº	Indicador	Discordo totalmente	Discordo bastante	Não concordo nem discordo bastante	Concordo bastante	Concordo totalmente
3.1	As aulas de ciências são interessantes.					
3.2	Prefiro as matérias de ciências às de outras disciplinas.					
3.3	A ciência que aprendo na escola ajuda-me a mudar os meus comportamentos (por ex: utilizar a água racionalmente).					
3.4	A ciência que aprendo na escola fez-me melhorar o meu gosto pela Natureza.					
3.5	As aulas de ciências fizeram com que gostasse de me tornar um cientista.					
3.6	Tenho dificuldades em compreender os assuntos tratados nas aulas de ciências.					
3.7	As aulas de ciências aumentaram a minha curiosidade sobre coisas que ainda não consigo explicar.					
3.8	Gostaria de ter mais aulas de ciências.					
3.9	As coisas que aprendo nas aulas de ciências são úteis no meu dia-a-dia.					
3.10	As aulas de ciências permitiram-me tomar conhecimento de outras saídas profissionais.					
3.11	Muito raramente gosto dos temas tratados nas aulas de ciências.					
3.12	Considero que todos deveriam aprender ciência na escola.					
3.13	A ciência que aprendo na escola permitirá melhorar o meu desempenho profissional no futuro.					

3.14 As visitas de estudo e as saídas de campo constituem um meio para aprender ciência. Concordas?

SIM

NÃO

a) Porquê?

---



---



---



---



---



---

## 4 – Física e Química

Nº	Indicador	Discordo totalmente	Discordo bastante	Não concordo nem discordo	Concordo bastante	Concordo totalmente
4.1	A Física e Química é uma disciplina interessante.					
4.2	Prefiro Física e Química às outras disciplinas.					
4.3	A Física e Química é uma disciplina que estuda temas aborrecidos.					
4.4	A Física e Química é uma disciplina que utiliza palavras fáceis do dia-a-dia, mas com outro significado.					
4.5	A Física e Química é uma ciência que permite resolver situações do dia-a-dia.					
4.6	As aulas de Física e Química permitem compreender melhor os fenómenos da natureza.					
4.7	Muito raramente gosto dos temas tratados em Física e Química.					
4.8	Quando estudo Física e Química descubro coisas novas.					
4.9	Gosto de realizar as actividades experimentais da disciplina de Física e Química.					
4.10	Gostaria de ter mais aulas de Física e Química.					

4.11 As aulas onde se realizam experiências também constituem um meio para aprender ciência.

Concordas?

SIM

NÃO

a) Porquê?

---



---



---



---



---



---

Muito obrigado pela tua colaboração.

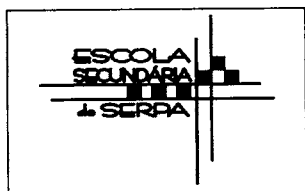
# *ANEXO V*

TESTE DE CONHECIMENTOS (Q2)








**DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS**
**QUESTIONÁRIO 2**

*“A água ocupa um lugar privilegiado em todas as civilizações. A busca da água, indispensável à vida, determina as migrações dos homens nos tempos pré-históricos. As mais antigas civilizações, como o Antigo Egipto e a Mesopotâmia, surgiram em terras áridas, fertilizadas por grandes rios. Nenhuma substância constitui para a Humanidade uma tão forte obsessão como a água. Para garantir que continue a ser um recurso básico e acessível a todos, é necessário racionalizar o seu consumo.”*

Este questionário destina-se a alunos do ensino secundário e tem por objectivo avaliar os seus conhecimentos ao nível do **conceito de acidez** (águas minerais e de abastecimento público: a acidez e a basicidade das águas). Os dados obtidos serão apenas processados de forma estatística, não se destinando de nenhum modo a classificar os respondentes. É de natureza **confidencial e anónima**, pelo que agradeço que respondas com sinceridade às questões que te são colocadas.

**ENQUADRAMENTO**

1. Idade:

2. Género:

Masculino

Feminino

3. Ano de Escolaridade:

**ORIENTAÇÕES PARA O PREENCHIMENTO**

Lê cuidadosamente cada enunciado. Ao responder, assinala com um (X) a quadrícula correspondente à tua resposta. Por favor, não deixes nenhuma resposta em branco.

	Afirmações	Verdadeiro	Falso
1	A água da chuva, a água destilada e a água pura são a mesma substância.		
2	Na água pura não existem iões.		
3	As águas subterrâneas são totalmente puras, contendo exclusivamente moléculas de água.		
4	A água potável é insípida, incolor, isenta de quaisquer vestígios de gases atmosféricos ou sais minerais dissolvidos.		
5	O grau de pureza da água, exigido por lei, é o mesmo para as águas que bebemos, ou para a água da rega utilizada na agricultura.		
6	A água destinada ao consumo humano é própria se cumprir com os parâmetros microbiológicos exigidos na lei.		

7	A água de abastecimento público é pura.		
8	Os medicamentos para a azia têm carácter neutro.		
9	Numa reacção ácido-base ocorre variação de pH.		
10	O carbonato de cálcio dissolve-se em água levemente ácida.		
11	Os indicadores modificam a cor dos ácidos e das bases.		
12	A fenolftaleína adquire coloração carmim em meio básico.		
13	O pH de uma solução depende da temperatura.		
14	Se numa solução aumentar o pH, diminui a alcalinidade.		
15	A concentração de $\text{H}_3\text{O}^+$ na água a $75^\circ\text{C}$ é igual à concentração de $\text{H}_3\text{O}^+$ na água a $25^\circ\text{C}$ .		
16	A auto-ionização da água é uma reacção endoenergética.		
17	A dissolução de dióxido de carbono na água da chuva faz diminuir a sua acidez.		
18	As chuvas ácidas só ocorrem em zonas muito industrializadas.		
19	Os ácidos fortes encontrados nas chuvas ácidas são o $\text{HNO}_3$ e o $\text{H}_2\text{SO}_4$ .		
20	A chuva ácida tem efeitos sobre a flora mas não sobre a fauna.		
21	A chuva ácida tem efeitos sobre o pH do solo.		
22	Existem espécies adaptadas a solos ácidos.		
23	A precipitação ácida pode ocorrer na forma húmida e na forma seca.		
24	Os óxidos de azoto são formados sobretudo nos motores dos veículos automóveis.		
25	A chuva ácida tem origem na reacção do dióxido de carbono atmosférico com óxidos de azoto e de enxofre de origem antrópica.		
26	A acidez do solo pode ser corrigida com carbonato de cálcio.		
27	A chuva ácida é um problema que pode ser resolvido apenas com acções individuais.		
28	A chuva ácida é um problema mundial em que os países pobres e os países em desenvolvimento são os maiores responsáveis pela emissão de poluentes capazes de produzir chuva ácida porque têm uma tecnologia industrial muito antiquada.		
29	A composição da chuva é variável de uns locais para outros.		
30	A exploração mineira pode contribuir para a acidez da água e dos solos.		
31	A maior fonte de $\text{SO}_x$ antrópico é a indústria.		

Muito obrigado pela tua colaboração.

# *ANEXO VI*

## GRELHA DE ANÁLISE DAS RESPOSTAS ÀS QUESTÕES ABERTAS





## Respostas dadas pelos alunos nas questões abertas do QUESTIONÁRIO Q1

### Antes da Intervenção

#### 2.11 Consideras a água disponível na tua região de qualidade?

	8º Ano (28)	11ºA (39)	11ºB (21)
<i>SIM</i>	25	10/9	11
<i>NÃO</i>	3	10/10	10

#### a) Na tua opinião, que factores influenciam essa qualidade?

Indicadores	8º	11º A	11ºB
Branco	16	4/2	5

Indicadores	Questão
<p>2.8 Na minha opinião, a água é indispensável para a sobrevivência do ser humano, por isso não devemos abusar dela</p> <p>3.8 O rio, a presença de espaços verdes, animais, fontes</p> <p>5.8 O facto de ser uma cidade com pouca poluição</p> <p>10.8 Não ser uma região muito poluída</p> <p>11.8 A água tem os devidos tratamentos</p> <p>15.8 O facto de os agricultores depositarem adubos e outros produtos químicos na Terra</p> <p>17.8 A temperatura, o clima, a pluviosidade e a humidade</p> <p>22.8 A poluição, o gasto desnecessário e o uso excessivo</p> <p>24.8 Na minha opinião os factores que influenciam a qualidade da água são: a temperatura, o clima, a pluviosidade e a humidade</p> <p>28.8 Porque tem muito calcário</p> <p>1.11A1 Limpeza das barragens de onde provém a água</p> <p>2.11A1 A água de consumo humano sabe mal</p> <p>3.11A1 A manutenção das barragens, é o que permite a água ter as suas qualidades normais</p> <p>5.11A1 Pelo facto de vir das barragens</p> <p>6.11A1 Um tratamento adequado e a não poluição</p> <p>7.11A1 A água é muito calcária</p> <p>8.11A1 Controlo e tratamento das águas</p> <p>9.11A1 A poluição dos rios e reservatórios de água</p> <p>11.11A1 As terras e a localização</p> <p>14.11A1 Esgotos</p> <p>16.11A1 Poluição</p> <p>17.11A1 A reciclagem e a deposição dos lixos nos respectivos ecopontos</p> <p>18.11A1 Poluição</p> <p>19.11A1 Descargas poluentes e adubos</p> <p>20.11A1 A limpeza e tratamento de água</p> <p>22.11A2 As descargas dos esgotos, o mau tratamento, o facto de algumas pessoas deitarem para lá lixo</p> <p>23.11A2 A actividade humana, em especial o despejo de resíduos</p> <p>24.11A2 Talvez a temperatura e os solos</p> <p>25.11A2 A poluição</p> <p>26.11A2 O calcário e a poluição</p> <p>27.11A2 A poluição</p> <p>28.11A2 As águas são analisadas e estão bem tratadas</p> <p>29.11A2 Na minha opinião, não nos deparamos com um elevado nível de poluição como</p>	2.11 a)

<p>noutras regiões</p> <p>31.11A2 As águas estão analisadas e não têm muitos poluentes, estão bem tratadas</p> <p>32.11A2 A poluição dos rios e a pouca limpeza dos mesmos</p> <p>33.11A2 Praticamente não há indústria, a agricultura utiliza poucos produtos químicos e a pecuária é toda extensiva. Talvez o único foco de poluição seja os efluentes das localidades</p> <p>34.11A2 O despejo de resíduos e a elevada quantidade de calcário</p> <p>35.11A2 É essencialmente a poluição que causa a má qualidade da água</p> <p>36.11A2 O facto de a água da rede vir de uma barragem para onde vão os esgotos de outras terras</p> <p>38.11A2 Deve-se ao facto de ser tratada adequadamente</p> <p>39.11A2 O facto de haver descargas no rio que nos abastece</p> <p>40.11B O que influencia isso são os esgotos das fossas das casas que descarregam para o rio ou barragem de onde a água é consumida</p> <p>42.11B Pouca poluição das reservas hídricas e estações de tratamento</p> <p>45.11B Os canos e o tratamento não é o melhor</p> <p>47.11B Pouca poluição das reservas hídricas</p> <p>48.11B Deficiente tratamento</p> <p>49.11B Existência de estações de tratamento aqui perto</p> <p>50.11B O facto de ter muito calcário</p> <p>51.11B O bom tratamento de água</p> <p>52.11B Os esgotos, o lixo os produtos tóxicos</p> <p>53.11B Devido à poluição e aos esgotos</p> <p>54.11B Poluição</p> <p>55.11B Melhor tratamento da água</p> <p>56.11B É o facto de haver poucos pesticidas sobre os solos</p> <p>57.11B A reduzida poluição</p> <p>58.11B Qualidade dos terrenos e dos lençóis freáticos</p> <p>59.11B A poluição</p>	
---	--

3.14 As visitas de estudo e as saídas de campo constituem um meio para aprender ciência. Concordas?

	8º Ano	11ºA	11ºB
SIM	28	20/19	21
NÃO	0	0/0	0

a) Porquê?

Indicadores	8º	11º A	11ºB
Branco	9	2/	3

Indicadores	Questão
1.8 Porque vamos ver coisas diferentes, ligadas à natureza	3.14 a)
2.8 Porque o teórico não é tudo e a prática também é muito importante	
3.8 Gostamos de descobrir mais coisas para além de Serpa	
4.8 Porque podemos ver o meio ambiente e como se desenvolve	
5.8 O contacto com a natureza ajuda a compreender melhor a ciência. Gostamos de aprender transformações da natureza	
6.8 Porque são interessantes	
9.8 Porque assim ficamos a saber como nos devemos comportar com a Natureza	
10.8 Porque quando estamos no campo temos uma visão completamente diferente e conseguimos aprender melhor	
11.8 Ao sair para outros locais podemos ver, praticamente aquilo que estudamos, o que facilita a aprendizagem dos assuntos abordados	

- 14.8 Porque acho que ficamos a aprender mais
- 15.8 Porque vemos o que é dado nas aulas ao pormenor
- 16.8 Porque convivemos com a Natureza e aprendemos coisas novas
17. 8 Porque é uma aula no exterior onde os alunos se podem divertir e aprender
- 18.8 Porque assim o que aprendemos na escola podemos ver ao vivo
- 19.8 Concordo porque assim podemos compreender a matéria e muitas vezes podemos ver e tocar o que nos entusiasma bastante
- 22.8 Porque na prática podemos aprender muito mais do que na teoria
- 24.8 Porque vemos e sentimos a Natureza e a ciência do dia-a-dia
- 28.8 Porque nós podemos relembrar as coisas que já aprendemos
- 1.11A1 Porque estou em contacto com o que me rodeia
- 2.11A1 Porque se tem novos contactos com coisas novas
- 3.11A1 Porque de certa forma aprendemos não só com o que nos é explicado nas aulas, mas também a ver e a ter experiências que as visitas de estudo nos permitem ter
- 4.11A1 Porque vendo aprendemos mais
- 5.11A1 Porque permite-nos conhecer coisas novas relativas à ciência
- 6.11A1 Porque assim temos um contacto mais directo com as coisas que aprendemos
- 7.11A1 Porque dá-nos a conhecer melhor as matérias que estudamos ao longo das aulas
- 8.11A1 Porque podemos verificar como certas coisas, relacionadas com as matérias são feitas na realidade e como funcionam
- 9.11A1 Porque temos contacto com os objectos de estudo
- 11.11A1 Porque aprendemos melhor ao interagir com o próprio meio
- 13.11A1 Porque é no contacto com as coisas que as conhecemos
- 14.11A1 Ao interagir com a Natureza compreendemos melhor como ela funciona
- 15.11A1 Porque estamos em contacto com a Natureza, com o mundo em que vivemos
- 16.11A1 Pois permite-nos contactar com a realidade dos assuntos tratados na aula
- 17.11A1 Possibilita uma melhor visualização das coisas
- 18.11A1 Incentivam os alunos a aprender pelo contacto
- 21.11A2 Com as visitas de estudo os alunos ficam mais interessados
- 22.11A2 Porque são actividades interessantes que estimulam muito os alunos
- 23.11A2 O verdadeiro intuito da ciência é a observação e que melhor maneira de o fazer para além de experimentação???
- 24.11A2 Porque mantemos contacto com a Natureza, questionamo-nos sobre o que estamos a observar e assim aprendemos
- 25.11A2 São divertidas e são uma maneira de nos por em contacto com a Natureza
- 26.11A2 Porque interagimos de perto com o meio ambiente
- 27.11A2 Através das visitas de estudo ficamos a perceber melhor as coisas, não aprendemos apenas a parte teórica
- 28.11A2 Concordo, pois ao interagirmos com as coisas torna-se mais fácil para nós compreendermos e faz com que nós nos interessemos mais pelas coisas quando as vimos, do que só ao estudarmos
- 29.11A2 Pois estamos em contacto com factores que estudamos nas aulas e sobretudo em contacto com a Natureza
- 30.11A2 Porque a prática é muito importante, aprende-se mais, podemos ver na realidade o que foi dado teoricamente na aula
- 31.11A2 Porque precisamos da prática para interiorizar aquilo que aprendemos nas aulas e é podendo ter uma relação com o material de estudo que aprendemos melhor
- 32.11A2 Porque lidamos mais com a natureza, aprendemos sobre muitos seres que nela habitam e ficamos com consciência de preciosidade que estamos a matar por causa de necessidades que podem ser satisfeitas de outra maneira, como o duche, utilizar menos



<p>papel que muitas vezes é jogado fora...</p> <p><b>33.11A2</b> Porque no exterior da escola pode-se aprender bastante ciência, aprende-se no terreno, não nos livros</p> <p><b>34.11A2</b> Porque os alunos tem mais facilidade em aprender em contacto com o real</p> <p><b>35.11A2</b> Porque desperta mais interesse pela ciência, porque ficamos com uma noção mais real</p> <p><b>36.11A2</b> Porque nas saídas de campo podemos interagir com os assuntos tratados na aula</p> <p><b>37.11A2</b> Porque nos motiva mais para esta área, tanto para aprendermos como para estudarmos. E assim nas visitas de estudo podemos aprender mais sobre a matéria e até concluir para que curso queremos ir</p> <p><b>38.11A2</b> Porque nos confrontamos com a natureza linda que nos fazem pensar antes de fazermos algo que a vá prejudicar</p> <p><b>39.11A2</b> Porque deve haver contacto com a Natureza e com o mundo em redor. Principalmente por alunos que vivem em cidades e não frequentam regularmente o campo e não se encontram em contacto com a natureza</p> <p><b>40.11B</b> Porque podemos estar mais em contacto com os objectos de estudo</p> <p><b>41.11B</b> Porque é uma aula diferente, então estamos com mais atenção</p> <p><b>42.11B</b> Devido ao contacto com a Natureza, considero que é uma maneira mais interessante de aprender ciência</p> <p><b>43.11B</b> Porque estamos em contacto com a Natureza em si</p> <p><b>45.11B</b> Porque em contacto com o meio tratado nas aulas, compreende-se melhor a matéria</p> <p><b>47.11B</b> O contacto com a Natureza permite-nos ter uma noção melhor dos fenómenos abordados nas ciências</p> <p><b>48.11B</b> Possibilita um contacto mais directo com os assuntos que abordamos nas disciplinas</p> <p><b>49.11B</b> Porque de uma forma didáctica aprendemos algo importante</p> <p><b>50.11B</b> Em contacto com a Natureza temos uma melhor visão da realidade ou seja do que se passa no mundo</p> <p><b>51.11B</b> Desenvolvemo-nos enquanto pessoas</p> <p><b>52.11B</b> Para conhecer melhor a Natureza</p> <p><b>53.11B</b> Ficamos a saber coisas novas</p> <p><b>54.11B</b> Dá para conhecer melhor o nosso ambiente</p> <p><b>55.11B</b> Podemos observar os comportamentos da Natureza</p> <p><b>56.11B</b> Ficamos com mais conhecimentos</p> <p><b>57.11B</b> Porque permite visualizar certas coisas que não existem na nossa zona</p> <p><b>58.11B</b> Porque permite-nos conhecer a nossa região</p> <p><b>59.11B</b> Podemos compreender melhor os assuntos tratados na aula</p>	
--	--

*4.11 As aulas onde se realizam experiências também constituem um meio para aprender ciência. Concordas?*

	<b>8º Ano</b>	<b>11ºA</b>	<b>11ºB</b>
<i>SIM</i>	28	20/19	20
<i>NÃO</i>	0	0/0	1

*a) Porquê?*

<b>Indicadores</b>	<b>8º Ano</b>	<b>11º A</b>	<b>11ºB</b>
Branco	11	9/	3

<b>Indicadores</b>	<b>Questão</b>
<b>1.8</b> Porque aprendemos coisas novas e interessantes	
<b>3.8</b> Para ver as reacções químicas e as mudanças de cor	
<b>4.8</b> Porque através da experiência podemos aprender muito mais coisas sobre o ambiente	4.11 a)

<p><b>5.8</b> Por vezes para entender a ciência temos de fazer experiências</p> <p><b>6.8</b> Porque é interessante</p> <p><b>9.8</b> Assim ficamos a saber como se fazem as coisas e aprendemos coisas novas</p> <p><b>10.8</b> Porque com actividades experimentais aprendemos melhor e mais rapidamente</p> <p><b>11.8</b> Podemos em prática o que se estudou na teórica, na aula</p> <p><b>15.8</b> Porque vemos o que demos na aula, ao pormenor</p> <p><b>16.8</b> Porque aprendemos a fazer experiências e aprendemos coisas novas</p> <p><b>17.8</b> Porque os alunos estão a aprender na prática</p> <p><b>19.8</b> Porque assim podemos observar melhor as experiências e as reacções explicadas na aula</p> <p><b>22.8</b> Podemos experimentar as nossas teorias e por os nossos conhecimentos em prática</p> <p><b>1.11A1</b> Permite o contacto com o material e com situações que desconhecia</p> <p><b>5.11A1</b> Ao fazer as actividades experimentais estamos a compreender melhor a matéria</p> <p><b>6.11A1</b> Porque ao realizarmos as experiências compreendemos por nós mesmos como as coisas funcionam</p> <p><b>8.11A1</b> Porque ao vermos as coisas na prática e não só na teoria ajuda-nos a compreender melhor</p> <p><b>9.11A1</b> Porque é um meio para por em prática a teoria aprendida em aula, o que ajuda a uma melhor compreensão dos temas abordados</p> <p><b>15.11A1</b> Damos conta que a natureza não é só aquilo que nós vemos, mas o que ela nos pode mostrar</p> <p><b>16.11A1</b> Contactamos com os materiais mais de perto</p> <p><b>17.11A1</b> Possibilita uma melhor visualização</p> <p><b>18.11A1</b> Porque estamos em contacto e visualizamos o que acontece</p> <p><b>20.11A1</b> Na prática aprendemos mais</p> <p><b>22.11A2</b> Porque assim podemos adaptar para a prática aquilo que aprendemos na teoria</p> <p><b>23.11A2</b> Porque a verdadeira ciência faz-se experimentando, não existe outra forma de corroborar factos por outros descobertos</p> <p><b>24.11A2</b> Pois temos a oportunidade de fazermos nós próprios as experiências, contactamos com os materiais e satisfazemos a curiosidade</p> <p><b>25.11A2</b> Acho que aprendemos mais com a prática do que com a teoria</p> <p><b>26.11A2</b> Aprendemos todos os conhecimentos para realizar a experiência, adquirimos novos conhecimentos</p> <p><b>27.11A2</b> Pois nas aulas experimentais podemos em prática os conhecimentos que adquirimos e não ficamos só a saber a teoria</p> <p><b>28.11A2</b> É preciso ter uma interacção com os materiais para melhor compreender a matéria</p> <p><b>29.11A2</b> Pois ao fazermos experiências podemos em prática a matéria teórica que damos nas aulas</p> <p><b>32.11A2</b> Porque ficamos a conhecer os materiais e as reacções que com eles acontecem</p> <p><b>33.11A2</b> Porque ao realizar experiências compreende-se melhor o que se aprendeu na teoria</p> <p><b>35.11A2</b> Apesar de não gostar desta disciplina, é em algumas experiências realizadas na aula que adquiri alguns conhecimentos</p> <p><b>36.11A2</b> Porque interagimos com o fenómeno, assim acho que se aprende melhor do que só falado</p> <p><b>37.11A2</b> Porque quando fazemos experiências é muito mais fácil compreender a matéria tratada na aula</p> <p><b>38.11A2</b> Porque nos mostra como o fenómeno realmente acontece e porquê</p> <p><b>39.11A2</b> Porque torna-se mais fácil aprender as coisas praticando, só estudando torna-se monótono</p> <p><b>40.11B</b> Porque ficamos mais em contacto com os objectos de estudo</p>	
---	--

<p><b>42.11B</b> Porque através das experiências podemos observar os fenómenos e somos nós os cientistas! É uma maneira interessante de aprender</p> <p><b>43.11B</b> Porque a prática é tão ou mais importante que a teoria</p> <p><b>45.11B</b> Assim colocamos em prática a matéria</p> <p><b>47.11B</b> Porque através das experiências podemos observar os fenómenos</p> <p><b>49.11B</b> É algo que fazemos com gosto e aprendemos</p> <p><b>50.11B</b> É através das experiências práticas que aprendemos melhor a matéria</p> <p><b>51.11B</b> Ao fazer experiências estamos em contacto com o meio físico e natural</p> <p><b>52.11B</b> Não sei</p> <p><b>55.11B</b> Porque assim aprendemos coisas novas</p> <p><b>56.11B</b> Pois estas são mais apelativas e mostram a prática do tema tratado</p> <p><b>57.11B</b> Com as experiências, a matéria é melhor compreendida</p> <p><b>58.11B</b> Porque nos permite visualizar os acontecimentos que ocorrem durante a experiência</p> <p><b>59.11B</b> Porque assim conseguimos perceber como se passa da teoria para a prática</p> <p><b>60.11B</b> É uma maneira mais interessante de aprender</p>	
---	--

### Após a Intervenção Didáctica

#### 2.11 Consideras a água disponível na tua região de qualidade?

	11ºA (39)	11ºB (21)
<i>SIM</i>	10/9	6
<i>NÃO</i>	10/10	15

#### a) Na tua opinião, que factores influenciam essa qualidade?

Indicadores	11º A	11ºB
Branco	9/6	11

Indicadores	Questão
<p><b>2.11A1*</b> Poluição na zona Nascente</p> <p><b>3.11A1*</b> Na minha opinião a água da minha região é muito calcária</p> <p><b>5.11A1*</b> Falta de tratamento da água</p> <p><b>6.11A1*</b> A existência de estações de tratamento de resíduos ambientais</p> <p><b>7.11A1*</b> Um bom tratamento</p> <p><b>9.11A1*</b> Não ter grandes indústrias por perto</p> <p><b>10.11A1*</b> Os factores são o calcário principalmente</p> <p><b>11.11A1*</b> Os factores que influenciam podem ser a poluição provocada pelo ser humano</p> <p><b>12.11A1*</b> Poluição</p> <p><b>13.11A1*</b> Porque são solos calcários</p> <p><b>14.11A1*</b> Poluição que leva a uma má qualidade da água</p> <p><b>15.11A1*</b> Poluição</p> <p><b>20.11A1*</b> O tratamento que é feito nas barragens</p> <p><b>21.11A2*</b> O que influencia a qualidade não sei. Sei que ouvi dizer muitas vezes “A água da torneira faz mal”. E como a água é uma coisa bastante essencial para o organismo, mais vale prevenir e assumir que não é de qualidade, ainda que não conheça nenhum dado concreto sobre o assunto</p> <p><b>22.11A2*</b> Bom controlo e gestão da sua qualidade por parte das pessoas</p> <p><b>24.11A2*</b> Os factores que influenciam a qualidade da água são principalmente a poluição, o seu uso incorrecto e a vigilância desadequada</p> <p><b>26.11A2*</b> A água ser bastante calcária</p>	2.11 a)”

<p>27.11A2* A poluição</p> <p>31.11A2* Porque por vezes a água vem turva e não é boa para consumo</p> <p>32.11A2* A poluição e a má conduta dos seres humanos</p> <p>33.11A2* Ausência de actividade industrial e baixa densidade populacional</p> <p>35.11A2* Factores humanos e físicos como a temperatura</p> <p>36.11A2* Poluição</p> <p>42.11B* A seca dos últimos anos</p> <p>44.11B* A água é muito calcária e por vezes encontra-se poluída</p> <p>45.11B* A qualidade dos solos e excesso de fertilizantes</p> <p>47.11B* O tratamento da água</p> <p>48.11B* Devido aos esgotos</p> <p>54.11B* A poluição</p> <p>57.11B* O tratamento</p> <p>58.11B* A qualidade dos terrenos onde se encontram as bacias hidrográficas</p>	
---	--

3.14 *As visitas de estudo e as saídas de campo constituem um meio para aprender ciência. Concordas?*

	11ºA	11ºB
SIM	20/19	21
NÃO	0/0	0

a) *Porquê?*

Indicadores	11º A	11ºB
Branco	8/2	7

Indicadores	Questão
<p>2.11A1* Pois o facto de termos contactos com outros ambientes é mais estimulante</p> <p>3.11A1* Porque nos proporciona uma melhor aprendizagem da matéria e também porque estamos em contacto com a Natureza e com a realidade do problema</p> <p>5.11A1* Porque através dos ensaios os alunos ficam mais interessados em aprender algo de novo, bem como se torna mais interessante o aprender</p> <p>6.11A1* Porque temos contactos físicos com certas coisas tratadas nas aulas</p> <p>7.11A1* Porque se aprende melhor quando estamos em contacto directo com a Natureza do que quando aprendemos teoria</p> <p>8.11A1* Porque é quando nos deparamos com as situações e com as vivências que se aprende</p> <p>9.11A1* Podemos contactar com o que damos nas aulas</p> <p>10.11A1* Porque o contacto com a Natureza faz-nos gostar mais dela</p> <p>11.11A1* Porque estamos mais em contacto com a Natureza e aprendemos as coisas de uma forma diferente</p> <p>13.11A1* Porque estamos num sítio onde lidamos com a prática das coisas</p> <p>15.11A1* É uma forma de por em prática o que estudamos</p> <p>16.11A1* Porque estamos em contacto com o nosso objecto de estudo, podemos observá-lo ao vivo e como tal aumentar o nosso conhecimento em relação a ele</p> <p>20.11A1* Porque estamos em contacto com aquilo que estudamos</p> <p>21.11A2* Não há melhor aprendizagem que a experimental e as saídas de campo</p> <p>22.11A2* Permite-nos contactar directamente com aquilo que estudámos em aula. Ficamos com uma noção mais real de como as coisas são verdadeiramente</p> <p>24.11A2* Porque nos deparamos pessoalmente com estruturas, fenómenos, entre outras coisas que aprendemos na aula</p>	3.14 a)''

<p><b>25.11A2*</b> Porque é uma maneira de aprender melhor o que é dado em aula e nós divertimo-nos</p> <p><b>26.11A2*</b> Porque é a forma mais directa de fazer com que os alunos experimentem aquilo que estudam nas aulas</p> <p><b>27.11A2*</b> Pois dessa forma podemos estar em contacto com as coisas que estudamos em sala de aula</p> <p><b>29.11A2*</b> Porque assim temos contacto com a realidade das coisas que acontecem</p> <p><b>30.11A2*</b> Porque ao estarmos em contacto com algo que estudamos, será mais fácil compreender a matéria</p> <p><b>31.11A2*</b> Porque estamos a ver com os nossos próprios olhos o que está a acontecer e dado numa aula normal não passaria da teoria</p> <p><b>32.11A2*</b> Talvez porque seja mais motivante para os alunos e assim estes se interessem mais por os temas tratados</p> <p><b>33.11A2*</b> Há mais envolvimento com o meio ambiente</p> <p><b>34.11A2*</b> Pois assim passamos não só a conhecer a teoria como também a prática</p> <p><b>35.11A2*</b> Porque podemos manter um maior contacto com aquilo que abordamos nas aulas</p> <p><b>36.11A2*</b> São divertidas e são uma forma diferente e dinâmica para aprender</p> <p><b>40.11B*</b> Porque torna as ciências mais interessantes</p> <p><b>41.11B*</b> Porque em contacto com a Natureza aprendemos mais</p> <p><b>42.11B*</b> Porque são sempre interessantes</p> <p><b>44.11B*</b> Porque podemos aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas</p> <p><b>45.11B*</b> Porque ao ver-mos os acontecimentos torna-se mais interessante</p> <p><b>46.11B*</b> Porque estamos em contacto com a Natureza</p> <p><b>47.11B*</b> Podemos ver o que aprendemos</p> <p><b>48.11B*</b> Porque nos dão a conhecer coisas importantes para além das aulas</p> <p><b>49.11B*</b> Porque podemos ver o que aprendemos nos livros</p> <p><b>50.11B*</b> Podemos ver as coisas como são na realidade e por em prática o que aprendemos</p> <p><b>56.11B*</b> Permitem que estejamos em contacto com a Natureza e por isso compreendemos melhor os fenómenos</p> <p><b>57.11B*</b> O contacto directo com os fenómenos facilita a sua compreensão</p> <p><b>58.11B*</b> Porque pomos em prática toda a matéria aprendida</p>	
--	--

*4.11 As aulas onde se realizam experiências também constituem um meio para aprender ciência. Concordas?*

	<b>11ºA</b>	<b>11ºB</b>
<i>SIM</i>	20/19	17
<i>NÃO</i>	0/0	4

*a) Porquê?*

<b>Indicadores</b>	<b>11º A</b>	<b>11ºB</b>
Branco	3/4	11

<b>Indicadores</b>	<b>Questão</b>
<p><b>2.11A1*</b> Pois é mais estimulante para aprender</p> <p><b>3.11A1*</b> Porque estamos em contacto com o problema e ficamos com uma melhor noção das coisas</p> <p><b>5.11A1*</b> Porque através das aulas práticas e ao se realizarem as experiências aprende-se com maior facilidade a matéria leccionada e torna-se mais interessante aprende-la. As aulas práticas fazem com que os alunos fiquem mais interessados na matéria</p> <p><b>6.11A1*</b> Porque torna-se mais fácil compreender alguns fenómenos</p>	4.11 a)''

<p><b>7.11A1*</b> Porque percebemos as coisas ao ver como elas funcionam</p> <p><b>9.11A1*</b> A prática também conta, não é só a teoria</p> <p><b>11.11A1*</b> Porque aprendemos diversas coisas</p> <p><b>12.11A1*</b> Porque estamos em contacto com materiais e com reagentes</p> <p><b>13.11A1*</b> Porque estamos mais em contacto com as coisas</p> <p><b>15.11A1*</b> É uma forma prática de aprender</p> <p><b>16.11A1*</b> Através das aulas experimentais observamos como as coisas acontecem e isso aumenta o nosso desempenho</p> <p><b>22.11A2*</b> Porque contactamos directamente com os materiais e substâncias e podemos ser nós a realizar as experiências</p> <p><b>24.11A2*</b> Porque nos permite observar fenómenos de perto e temos mais contacto com o material do laboratório</p> <p><b>26.11A2*</b> Porque os alunos podem praticar o que aprendem nas aulas teóricas</p> <p><b>27.11A2*</b> Pois desta forma comprovamos experimentalmente aquilo que estudamos</p> <p><b>30.11A2*</b> Porque mostra-nos como podem acontecer alguns fenómenos</p> <p><b>32.11A2*</b> São menos aborrecidas e em alguns casos muito mais cativantes que as aulas normais</p> <p><b>35.11A2*</b> Pomos em prática aquilo que aprendemos teoricamente e aprendemos técnicas</p> <p><b>36.11A2*</b> Porque são interessantes</p> <p><b>41.11B*</b> Porque é a praticar que estamos a aprender novas coisas</p> <p><b>44.11B*</b> Porque contactamos directamente com as coisas</p> <p><b>45.11B*</b> Porque vemos os acontecimentos na realidade e assim estamos mais atentos</p> <p><b>47.11B*</b> Podemos ver o que os cientistas experimentaram</p> <p><b>55.11B*</b> É uma maneira mais divertida de aprender ciência</p> <p><b>56.11B*</b> Permitem que coloquemos em prática os nossos conhecimentos</p> <p><b>58.11B*</b> Compreendemos melhor a matéria</p>	
--	--