



Universidade do Minho

Instituto de Educação e Psicologia

Carla Alberta da Fonte Fernandes

**A Matemática na disciplina de
Ciências Físico-Químicas**
**Um estudo sobre as atitudes de alunos
do 9º ano de escolaridade**



Universidade do Minho

Instituto de Educação e Psicologia

Carla Alberta da Fonte Fernandes

**A Matemática na disciplina de
Ciências Físico-Químicas
Um estudo sobre as atitudes de alunos
do 9º ano de escolaridade**

Dissertação de Mestrado em Educação
Área de Especialização em Supervisão Pedagógica no Ensino
de Física e Química

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor António Neto

Outubro de 2007

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE,
APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO
ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

À memória do meu pai

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho só foi possível devido à colaboração, directa e indirecta, de algumas pessoas. A todos deixo aqui expresso o meu reconhecimento.

Ao Professor António Neto, cuja orientação constituiu uma mais valia para a conclusão deste trabalho. Pelo apoio e incentivos prestados, pela compreensão e simpatias demonstradas e pela sua disponibilidade, apesar da distância que nos separava.

À Professora Laurinda Leite, pelo apoio e incentivo na elaboração do projecto de investigação que antecedeu este estudo.

À minha mãe, pelo apoio e encorajamento constantes.

À minha família, pelo tempo que deixei de partilhar com eles.

Aos amigos que sempre se mostraram disponíveis para ajudar, nomeadamente na validação dos instrumentos utilizados e na aplicação do estudo piloto.

A todos quantos se revelaram preciosos na realização deste trabalho, dos quais se destacam o grupo de professores e de alunos que de boa vontade colaboraram na recolha de dados.

RESUMO

A MATEMÁTICA NA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

Um estudo sobre as atitudes de alunos do 9º ano de escolaridade

O presente estudo teve como grande objectivo a caracterização da imagem que os alunos do nono ano de escolaridade apresentam sobre a disciplina de Ciências Físico-Químicas em si e da forma como estabelecem a relação da mesma com a Matemática.

Os dados que tornaram possível a vertente empírica do estudo foram recolhidos através de um inquérito por questionário, abrangendo todas as escolas do Quadro de Zona Pedagógica do Baixo Alentejo/Alentejo Litoral, onde estava a ser leccionado o nono ano de escolaridade, sendo seleccionada uma turma desse ano, representativa de cada uma delas. Uma das vertentes estruturantes do questionário procurava conhecer, por recurso a escalas de tipo Likert, as representações dos alunos sobre aspectos relacionados com a utilidade e as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas e a influência da Matemática nesta; a outra vertente, baseada desta vez na técnica do diferencial semântico, pretendia, essencialmente, caracterizar as opiniões e as atitudes dos alunos sobre o interesse e a relevância social daquelas duas disciplinas e sobre a presença da Matemática nas Ciências Físico-Químicas. O questionário permitiu ainda recolher informação relativamente a aspectos pessoais, relacionados com o seu percurso escolar.

A análise dos resultados obtidos pareceu indicar uma opinião positiva dos alunos em relação à utilidade e às aulas de Ciências Físico-Químicas. No que se refere à relação desta com a Matemática, a amostra de inquiridos pareceu evidenciar percepções e sentimentos diferenciados e mesmo contraditórios. Se é verdade que a grande maioria deles tendeu a reconhecer que a Matemática é, de facto, imprescindível na compreensão dos conceitos de física e de química, também acontece que um número considerável dos mesmos manifestou a opinião de que a Matemática pode, apesar disso, tornar menos interessante a disciplina de Ciências Físico-Químicas e dificultar, inclusivamente, o sucesso na mesma. Esta posição foi sobretudo assumida pelos alunos que tinham uma escolaridade marcada por retenções de ano ou por reprovações, nomeadamente a Matemática, mas também a Ciências Físico-Químicas.

Palavras-chave: *Educação em Ciências; Ensino Básico; Aprendizagem; Matemática; Ciências Físico-Químicas; Atitudes.*

RÉSUMÉ

LES MATHÉMATIQUES DANS LES MATIÈRES DE PHYSIQUE ET CHIMIE Une étude sur les attitudes des élèves de neuvième année

Cette étude a comme grand objectif voir comment les élèves de neuvième année réagissent face aux matières de Physique et Chimie et comme ils établissent une relation entre celles-ci et les Mathématiques.

Les données qui ont permis cette étude au niveau du domaine empirique ont été recueillies à travers une enquête par questionnaire comprenant toutes les écoles qui font parties des Zones Pédagogiques du “Baixo Alentejo / Alentejo Litoral” où la neuvième année était enseignée, ayant été sélectionnée une classe de cette année scolaire, comme représentante de chacune d’elles. Un des domaines structurants du questionnaire, en utilisant l’échelle de Likert, cherchait à savoir quelle est l’opinion des élèves en relation à l’utilité et aux cours des matières de Physique et Chimie et à l’influence des Mathématiques sur celles-ci; l’autre domaine, basé cette fois-ci sur la technique du différent sémantique prétendait essentiellement caractériser les opinions et les attitudes des élèves sur les intérêts et l’importance sociale de ces matières et de la présence des Mathématiques dans la Physique et Chimie. Le questionnaire a également permis de recueillir des informations concernant des aspects personnels, en tenant compte de son parcours scolaire.

L’analyse des résultats obtenus semblait montrer une attitude positive des élèves, par rapport à l’utilité et aux cours de Physique et Chimie. En ce qui concerne la relation de celles-ci avec les Mathématiques, l’échantillon des élèves semblait mettre en évidence des perceptions et des sentiments différents et même contradictoires. S’il est vrai que la plupart d’eux a reconnu que les Mathématiques étaient, de fait, importantes pour la compréhension des concepts de Physique et Chimie, il y en a d’autres qui ont dit que les Mathématiques pouvaient rendre moins intéressantes les matières de Physique et Chimie, dificultant leur succès aux mêmes. Cette position est surtout défendue par les élèves qui ont redoublé et recalé à la matière de Mathématique, mais aussi aux matières de Physique et Chimie.

Mots clefs: *Éducation en Sciences; Enseignement Basique; Apprentissage; Mathématiques; Physique et Chimie; Attitudes.*

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
RÉSUMÉ	ix
ÍNDICE	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xiv
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	
1.1 Introdução	1
1.2 Contextualização da investigação	1
1.3 Objectivos da investigação	4
1.4 Relevância do estudo	4
1.5 Limitações da investigação	5
1.6 Plano geral da dissertação	6
CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 Introdução	7
2.2 Educação em Ciências	7
2.3 Influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico- - Químicas	15
2.4 Atitudes dos alunos face às Ciências e à Matemática	20
2.5 O desempenho dos alunos em Ciências e Matemática – alguns estudos internacionais	26
CAPÍTULO III – METODOLOGIA	
3.1 Introdução	33
3.2 Síntese da investigação	33
3.3 População e amostra	34
3.3.1 Selecção da amostra	34
3.3.2 Caracterização da amostra	35
3.4 Selecção dos métodos de investigação	38
3.4.1 O inquérito por questionário	38

3.5 Instrumentos: elaboração e validação	39
3.5.1 Elaboração do questionário	39
3.5.2 Validação do questionário	41
3.6 Estudo piloto	42
3.7 Recolha de dados	43
3.8 Tratamento de dados	43
3.8.1 Procedimentos para análise dos dados	44
CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	
4.1 Introdução	53
4.2 A disciplina de Ciências Físico-Químicas e a imagem que os alunos dela fazem	53
4.3 A disciplina de Ciências Físico-Químicas: do que os alunos sentem ao que valorizam	58
4.4 Componentes diferenciais: género, retenções e reprovações	61
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS	
5.1 Introdução	67
5.2 Conclusões	67
5.2.1 Conclusões relativas ao sub-questionário – Parte II	67
5.2.2 Conclusões relativas ao sub-questionário – Parte III	69
5.2.3 Considerações finais	70
5.3 Implicações pedagógicas da investigação	71
5.4 Sugestões para futuras investigações	72
BIBLIOGRAFIA	75
ANEXOS	
ANEXO 1 – Instruções e questionário enviados ao painel de juizes para validação	84
ANEXO 2 – Versão final do questionário (também utilizado no estudo piloto)	95
ANEXO 3 – Carta enviada aos Conselhos Executivos a solicitar participação na investigação	102
ANEXO 4 – Carta enviada aos professores de Ciências Físico-Químicas a solicitar o preenchimento do questionário por parte dos alunos	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema organizador dos temas abordados na área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais	10
Figura 2: Mapa do Quadro de Zona Pedagógica do Baixo Alentejo/Alentejo Litoral	34
Figura 3: Níveis atribuídos nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas no 2º período	37
Figura 4: Médias obtidas nos itens do sub-questionário – Parte II	54
Figura 5: Médias obtidas na questão 1 – Parte III	59
Figura 6: Médias obtidas na questão 2 – Parte III	60
Figura 7: Médias obtidas na questão 3 – Parte III	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dados sobre o estudo TIMSS	30
Quadro 2: Características gerais da amostra de alunos que participaram na investigação	35
Quadro 3: Agrupamento previsível dos itens do sub-questionário Parte II	46
Quadro 4: Peso dos itens do questionário nos factores obtidos após rotação Direct Oblimin	47
Quadro 5: Quadro comparativo entre o agrupamento de itens previsto e o agrupamento obtido pela análise de componentes principais	48
Quadro 6: Coeficiente de consistência interna do sub-questionário Parte II	49
Quadro 7: Percentagem de variância total dos factores extraídos por Análise de Componentes Principais	50
Quadro 8: Peso dos itens do sub-questionário (Parte III) nos dois factores obtidos após rotação Direct Oblimin	50
Quadro 9: Coeficientes de consistência interna do sub-questionário Parte III	51
Quadro 10: Médias obtidas pelos alunos na dimensão “A imagem sobre a utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas”	55
Quadro 11: Médias obtidas pelos alunos na dimensão “A imagem sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas”	56
Quadro 12: Médias obtidas pelos alunos na dimensão “A imagem sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas”	57
Quadro 13: Diferenças de idade entre rapazes e raparigas	62

Quadro 14: Diferenças no número de retenções entre rapazes e raparigas	62
Quadro 15: Cruzamento das variáveis RepMAT versus RepFQ	65

***O livro da Natureza é escrito
em caracteres matemáticos.***

Galileu Galilei

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 – Introdução

Neste capítulo pretende-se contextualizar a investigação realizada (1.2) e apresentar os objectivos que a conduziram (1.3).

Serão ainda justificadas as razões que levaram à escolha e definição do problema de investigação (1.4) e algumas das limitações inerentes à mesma (1.5).

No final será apresentado o plano geral da dissertação (1.6).

1.2 – Contextualização da investigação

O desenvolvimento exponencial da Informação e do Conhecimento, decorrente do rápido avanço científico e tecnológico que cada vez mais caracteriza a sociedade contemporânea, torna mais evidentes as lacunas que a educação apresenta, em particular a educação científica, nomeadamente no que se refere à promoção de capacidades de resolução de problemas e de tomada de decisões críticas e sustentadas.

Na tentativa de procurar colmatar essas (e outras) lacunas, foi introduzida em Portugal, em 2001, a designada Reorganização Curricular do Ensino Básico. No documento que a define, é destacado o papel fundamental desse nível de ensino para a formação global do cidadão, quando se afirma:

“A mudança tecnológica acelerada e a globalização do mercado exigem indivíduos com educação abrangente em diversas áreas, (...) com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam”. (DEB, 2001, p.129)

É hoje consensual, na verdade, que a educação deve ser centrada no educando, indo de encontro aos seus interesses e motivações e procurando responder às suas necessidades sociais e culturais. Muitos alunos acusam a escola de não lhes dar o que necessitam porque de facto muitas vezes não compreendem os objectivos que orientam a escola actual.

Como salientam Martins e Veiga (1999), a educação, e em especial a educação em Ciências, torna-se, com efeito, determinante para a formação dos cidadãos, que terão de lidar a

curto e/ou a médio prazo com situações que exigem conhecimentos científicos, permitindo-lhes a formulação e a expressão das suas opiniões, bem como a tomada de decisões perante factos e acontecimentos críticos ou problemáticos.

Em Portugal, o ensino das Ciências no 3º Ciclo do Ensino Básico, aquele sobre que fundamentalmente incide esta investigação, é da responsabilidade da área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais, englobando as disciplinas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas.

Nesta área são abordados os temas “Terra no Espaço”, “Terra em Transformação”, “Sustentabilidade na Terra” e “Viver melhor na Terra”, tendo por base os princípios do ensino Ciência/Tecnologia/Sociedade-Ambiente (DEB, 2001).

Numa perspectiva de interdisciplinaridade, preconiza-se, assim, a comunicação entre os professores da área, visando a articulação de conteúdos e evitando, desse modo, a ocorrência de repetições desnecessárias entre as duas disciplinas (Freitas, 2005).

Pretende-se, com isso, promover o interesse dos alunos pelas Ciências, já que um dos problemas com que a sociedade actualmente se depara, situação em que Portugal não é excepção, é a pouca atracção que os alunos sentem por esta área do currículo (Fiolhais, 2006b) e que pode ser evidenciada em estudos realizados a nível internacional como o PISA, o TIMSS ou o ROSE.

O facto de os alunos considerarem, desde muito cedo, a disciplina de Matemática particularmente difícil e desinteressante condiciona a atitude que estes revelam relativamente a outras disciplinas, como é o caso da Física. Para isso muito contribui a influência de factores sociais como a família, os amigos ou os meios de comunicação social que veiculam em relação a essas disciplinas uma representação tendencialmente desfavorável que, de algum modo, se transmite de geração para geração (Ramos, 2004).

Como acentuam Mourão *et al.* (citados por Silva, 2004), o insucesso a Matemática condiciona decisivamente a aprendizagem de outras disciplinas e a imagem que os alunos delas formulam. Ao nível do Ensino Básico, é na disciplina de Ciências Físico-Químicas que isso naturalmente mais se faz notar. Logo aí, os alunos começam a aperceber-se da existência de uma relação de grande proximidade entre a Matemática e aquela disciplina, particularmente na vertente de Física.

Esse facto contribui, compreensivelmente, para o afastamento dos alunos da Física e da Química, quando estes deveriam compreender que a Matemática, enquanto disciplina

potencialmente “promotora do desenvolvimento do raciocínio e da resolução de problemas” (Silva, 2004, p.3), constitui uma ferramenta imprescindível na abordagem das Ciências Físico-Químicas.

Fiolhais (2001) e Canavarro (2005) apontam a linguagem como um dos problemas que mais parecem afectar esse entendimento necessário entre a disciplina de Matemática e a de Ciências Físico-Químicas.

A linguagem do quotidiano, por exemplo, fortemente determinada pelo meio sócio-cultural de proveniência do aluno, entra muitas vezes em conflito com a linguagem científica que este aprende nas disciplinas de Ciências (Sousa e Carvalho, 2004). Como resultado desse conflito, surgem naturais dificuldades de compreensão por parte dos alunos, ao se aperceberem que determinado termo assume um significado diferente na sala de aula face ao que tem no discurso do dia-a-dia. São exemplos representativos os termos *puro*, *peso* ou *massa*.

Uma situação evidente da falta de articulação entre as disciplinas de Matemática e de Ciências Físico-Químicas verificou-se no Exame Nacional do 9º ano de Matemática – 1ª Chamada 2006 (Gabinete de Avaliação Educacional, 2006), envolvendo dois dos conceitos anteriormente referidos. Neste exame, uma das questões referia-se ao *peso* de uma mochila, para cuja medição se utilizava uma *balança*, apresentando como unidade de medida o *quilograma*.

De facto, os alunos que realizaram o exame em causa estavam a concluir o Ensino Básico, de cujo currículo faz parte a disciplina de Ciências Físico-Químicas, logo desde o 7º ano. É neste ano que os alunos aprendem a distinguir *peso* de *massa*, como conceitos cientificamente diferenciados. A discrepância entre o que o aluno aprende em Ciências Físico-Químicas e o que lhe é solicitado em Matemática era assim manifesta.

Este exemplo é, em si, ilustrativo dos problemas pedagógicos a que a falta de comunicação entre professores, neste caso, entre professores de Ciências Físico-Químicas e Matemática, pode conduzir. Dificilmente assim os alunos poderão construir uma imagem positiva das duas disciplinas.

Conhecer as atitudes dos alunos em relação às Ciências, a importância que estes atribuem a esta área e a outras que com ela colaboram, como a Matemática, permite à escola, em geral, e aos professores, em particular, desenvolver esforços que fomentem o gosto e o interesse dos alunos pela disciplina e os motivem para a aprendizagem.

O problema que conduziu esta investigação centrou-se, assim, na identificação das atitudes que os alunos revelam pela disciplina de Ciências Físico-Químicas, ao nível da sua utilidade, do seu ensino e da sua aprendizagem e na influência que a disciplina de Matemática pode ter sobre aquela.

1.3– Objectivos da investigação

Tendo em conta o problema de investigação antes formulado e enquadrado, o presente estudo teve como grande objectivo geral a caracterização da imagem que os alunos do 9º ano de escolaridade têm da disciplina de Ciências Físico-Químicas e da forma como vêem a relação desta com a Matemática.

Esse objectivo foi, por sua vez, operacionalizado nos seguintes objectivos específicos:

- conhecer a imagem dos alunos sobre a utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas na sua vida;
- identificar as atitudes dos alunos em relação ao ensino e à aprendizagem das Ciências Físico-Químicas;
- conhecer a opinião dos alunos sobre a importância que atribuem à Matemática na aprendizagem de Ciências Físico-Químicas;
- pesquisar a existência de eventual relação entre a classificação obtida pelos alunos na disciplina de Matemática e a obtida na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

1.4– Relevância do estudo

É frequente encontrar na literatura estudos – por exemplo Jones (2000) ou Garcia-Milà (2001) – que incidem nas ideias e atitudes que os alunos revelam relativamente às áreas de Ciências, como a Física e a Química, mas raramente focalizando a relação que os mesmos estabelecem entre essas disciplinas e a Matemática. Isto apesar de a Matemática estar presente no ensino de muitos conceitos físicos e químicos, assumindo especial importância na disciplina de Ciências Físico-Químicas, ao longo da escolaridade básica.

A investigação desenvolvida neste estudo poderá assim conduzir a uma reflexão sobre as próprias práticas pedagógicas dos professores das duas disciplinas, os quais têm convivido de forma nem sempre bem entendida pelos alunos e com uma articulação curricular fracamente alimentada pelos próprios, mas fortemente aconselhada por investigadores da área. Para além disso, como antes se assinalou, o facto de a taxa de insucesso ser tão elevada na disciplina de Matemática poderá ter repercussões desfavoráveis na abordagem da disciplina de Ciências Físico-Químicas. O conhecimento da opinião dos alunos a esse respeito poderá reflectir-se de modo positivo no ensino e na aprendizagem e ser útil na formação profissional dos professores de Ciências Físico-Químicas e Matemática que, deste modo, poderão desmistificar algumas das ideias que os alunos possuem sobre estas duas disciplinas.

1.5 – Limitações da investigação

Na concretização deste estudo, algumas limitações naturalmente surgiram, as quais poderão ter condicionado, em parte, a validade e a consistência dos resultados obtidos e das inferências e implicações pedagógicas deles extraídas.

Uma das limitações relaciona-se com a selecção da zona pedagógica a escolher para a realização do estudo empírico, a qual, por razões operacionais, ficou dependente da colocação da professora que o conduziu, decorrente do Concurso de Docentes 2005. Dessa colocação resultou a selecção da Zona Pedagógica Baixo Alentejo/Alentejo Litoral, a qual se caracteriza pela existência de escolas geograficamente muito dispersas, não se podendo assim garantir que a amostra final de alunos respondentes ao questionário que serviu de base à recolha de dados seja representativa da população de onde foi extraída.

O tempo para a realização da dissertação, um ano, foi outra das limitações. Apesar deste prazo ter sido posteriormente alargado, já não foi possível, como estava previsto no projecto inicial, complementar os dados recolhidos através de inquérito por questionário, recorrendo a entrevistas de aprofundamento, uma vez que a investigadora foi re-colocada em nova zona pedagógica.

A impossibilidade de a investigadora poder estar presente aquando do preenchimento dos questionários, no sentido de prestar eventuais esclarecimentos, poderá, por fim, ser considerada, também, uma limitação metodológica a apontar.

1.6– Plano geral da dissertação

Tendo em conta o enquadramento conceptual e metodológico antes explicitado, foi então desenvolvida a investigação referenciada e dela elaborado o presente relatório de dissertação, o qual é constituído por cinco capítulos fundamentais.

No primeiro capítulo, ao qual corresponde esta *Introdução*, é feita a contextualização e a apresentação da investigação e discutidas a sua relevância e as limitações que a condicionaram.

No segundo capítulo, de *Revisão de Literatura*, é apresentada uma análise reflexiva que fundamenta, em termos teóricos, a temática que orientou a investigação. Os grandes temas desenvolvidos abordam, em concreto, a Educação em Ciências, a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas e as atitudes dos alunos face a estas duas disciplinas. No final são ainda referidos e comentados alguns estudos internacionais relacionados com o desempenho dos alunos nas áreas de Ciências e Matemática.

No terceiro capítulo, *Metodologia*, são descritos os procedimentos metodológicos utilizados no estudo, caracterizada a amostra de alunos do 9.º ano que participou na investigação e apresentados o instrumento de recolha e os procedimentos utilizados para a respectiva análise.

No quarto capítulo, *Apresentação e Análise dos Resultados*, são apresentados e discutidos os resultados obtidos e explicitados, mais especificamente, os procedimentos de análise de dados que a eles conduziram.

O último capítulo, *Conclusões e Implicações Pedagógicas*, inclui as principais conclusões obtidas na investigação, confrontando-as com a literatura revista, as implicações pedagógicas delas decorrentes para o ensino e a aprendizagem das Ciências Físico-Químicas e algumas sugestões para investigações futuras.

A dissertação termina com a apresentação da Bibliografia consultada – organizada por ordem alfabética das fontes que a compõem, quase todas elas referenciadas no texto, incluindo-se ainda os sítios consultados – e dos Anexos considerados importantes para uma melhor compreensão da informação proporcionada no corpo principal do relatório.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Introdução

Neste capítulo pretende-se apresentar uma análise teórica reflexiva subordinada ao tema que conduziu esta investigação, tendo por base a revisão de literatura efectuada. O capítulo começará, assim, por abordar a educação em Ciências (2.2), no que diz respeito à sua importância e utilidade para a formação global dos cidadãos, focando ainda o Currículo em Portugal, nomeadamente o que se relaciona com as duas grandes áreas curriculares em foco neste estudo, a Matemática e as Ciências Físico-Químicas. Será ainda analisado o domínio que se relaciona com a influência da Matemática no ensino e na aprendizagem dos conteúdos relacionados com as áreas de Ciências, em especial na disciplina de Ciências Físico-Químicas (2.3).

Inerente ao processo de ensino e de aprendizagem, bem como ao desempenho dos alunos na sala de aula, estão as atitudes que estes revelam face à Matemática e às Ciências, sendo, por isso, apresentada igualmente uma breve análise deste tema, baseada em estudos referenciados na literatura (2.4).

O capítulo termina com uma breve síntese de alguns estudos internacionais, como o PISA, o TIMSS e o ROSE, onde se focam aspectos relacionados com o desempenho dos alunos dos países participantes, nas áreas de Matemática e de Ciências (2.5).

2.2 – Educação em Ciências

O mundo está em constante mudança graças aos avanços da Ciência e da Tecnologia. Se, por um lado, estes trazem benefícios visíveis para os cidadãos, levantam, por outro, importantes questões de ordem ética e moral. Cabe a todos nós responder a essas mesmas questões, de forma devidamente ponderada e crítica, facto que “depende da educação das populações, nomeadamente daquela que o ensino formal veicula” (Martins e Veiga, 1999, p. 9).

Na opinião de Díaz (2002), o ensino das Ciências deve ter em conta as necessidades e interesses dos cidadãos, tornando-os conscientes dos problemas que afectam as suas vidas e,

ao mesmo tempo, desenvolvendo neles a capacidade de agir sobre os mesmos. Por um lado, esta autora aponta para a necessidade de se proceder a uma adequada alfabetização científica, visando dotar as pessoas dos conhecimentos a nível científico que lhes permitam uma participação activa e responsável, ao nível da sociedade. Por outro lado, a educação em Ciências deve estar direccionada para uma educação para a cidadania, onde se poderão desenvolver competências que permitam compreender, interpretar e actuar no mundo.

Cada cidadão é assim chamado a uma participação crítica, activa e responsável, comprometendo-se com as questões com que a sociedade se confronta e que poderão estar ligadas a áreas como o Ambiente, a Saúde e até mesmo o Consumo. Isso exige uma educação em Ciências que, para além das matérias e dos problemas científicos, seja, ao mesmo tempo, capaz de ter em conta as questões que a Sociedade e a Tecnologia colocam (Martins e Veiga, 1999; Díaz, 2002) e que possa ser estendida a todas as pessoas, sem qualquer restrição (Alonso *et al.*, 2006).

Verifica-se contudo que o ensino das Ciências em Portugal não está, ou pelo menos até há alguns anos atrás não esteve, voltado para a necessidade de desenvolver nos cidadãos competências para discutir questões desse tipo. Torna-se imperioso que a situação nacional possa evoluir favoravelmente a esse nível, até porque, como salientam Martins e Veiga (1999, p. 2), o ensino das Ciências assume especial importância, pois é o meio de permitir a todos:

- usar conhecimento científico básico para tomar decisões individuais e sociais;
- conhecer, valorizar e usar a tecnologia na vida pessoal de cada um;
- adquirir os saberes (competências, atitudes e valores) que lhe permitam adaptar-se às mudanças inevitáveis, a maioria delas imprevisíveis.

O baixo nível de educação e de cultura científico-tecnológica da população portuguesa, associado ao insucesso escolar verificado nos exames nacionais ao nível das disciplinas de Ciências, onde se destacam a Física e a Matemática, foi o mote para a realização de dois estudos de grande escala em Portugal. Um envolveu professores e outro alunos dos Ensinos Básico, Secundário e Superior (neste nível de ensino o estudo dirigiu-se unicamente a alunos), durante os anos lectivos de 1999/2000 e 2002/2003, respectivamente, incidindo sobre os problemas relacionados com o ensino e a aprendizagem de Física e Química e culminando na publicação do *Livro Branco da Física e da Química* (Martins *et al.*, 2002 e Martins *et al.*, 2005).

Neste estudo, os autores identificaram um conjunto de problemas, reconhecidos pelos professores como sérios entraves à aprendizagem dos alunos, dos quais se destacam os seguintes (Martins *et al.*, 2002, p. 2):

- falta de hábitos de estudo e de trabalho, sistematicamente comprovados pela não execução dos trabalhos de casa e pelo estudo efectuado apenas na véspera de testes/exames;
- insuficiente desenvolvimento ao nível das capacidades de pensar e reflectir;
- insuficiente preparação ao nível do trabalho experimental e da aquisição de conhecimentos anteriores, sobretudo no 10º ano de escolaridade;
- falta de motivação e interesse pelas disciplinas e assuntos de natureza científica em particular e de todos os assuntos em geral;
- progressiva diminuição do nível de exigência do ensino, em geral, e da Física e da Química, em particular.

A estes problemas acrescia ainda a extensão dos programas curriculares e a escassez nos tempos lectivos atribuídos às disciplinas de Ciências, factores que, compreensivelmente, limitam e dificultam o trabalho do professor.

A investigação aqui em referência surgiu numa altura em que em Portugal se discutiam alterações ao nível do Currículo Nacional, nomeadamente na matriz curricular do Ensino Básico, e na implementação de novas Orientações Curriculares nas várias disciplinas. Isso levou os investigadores a admitir que a situação pudesse vir a alterar-se num futuro próximo, sem, todavia, ser possível prever qual o sentido dessa eventual mudança (Martins *et al.*, 2005).

Com a entrada em vigor do Decreto-Lei nº 6/2001, de 18 de Janeiro, verificou-se, como antes se deu a entender, um conjunto de alterações ao nível da Organização e da gestão do Currículo do Ensino Básico português, configurando um processo designado de Reorganização Curricular, do qual resultou uma nova matriz curricular para o Ensino Básico, implicando alterações importantes para as disciplinas de Ciências leccionadas nesse nível de ensino.

Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas passam, desse modo, a constituir a nova área disciplinar das Ciências Físicas e Naturais, com a seguinte carga horária:

- 7º ano de escolaridade – 90 minutos semanais

- 8º ano de escolaridade – 90 minutos semanais
- 9º ano de escolaridade – 90 + 45 minutos semanais

As orientações curriculares definidas para a área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais apresentam quatro temas, comuns às duas disciplinas, mas a serem geridos de forma flexível, onde se prevê e projecta um trabalho de parceria ao longo de todo o Ensino Básico, fomentando deste modo a interdisciplinaridade (DEB, 2001).

O currículo de Ciências Físicas e Naturais pode ser representado como se pode ver no esquema da Figura 1.

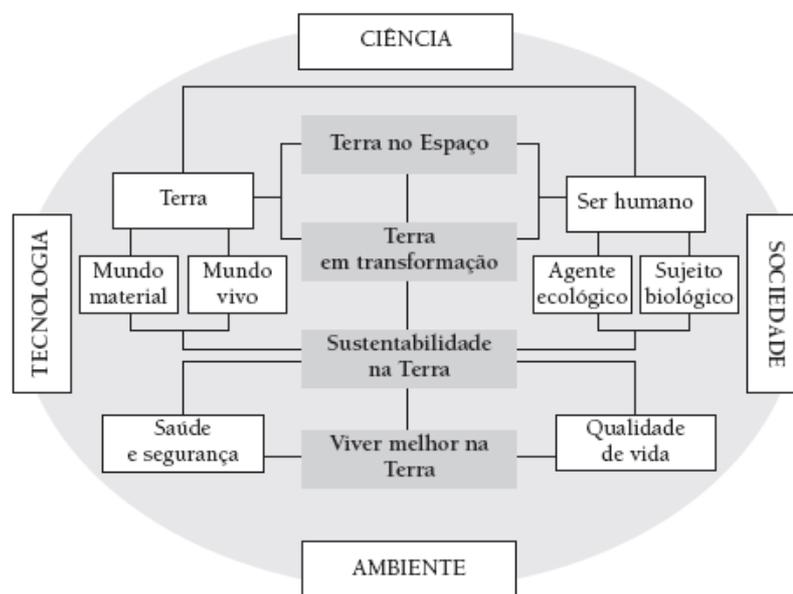


Figura 1 – Esquema organizador dos temas abordados na área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais

Na realidade, pretende-se a articulação entre os professores das duas disciplinas, havendo ainda lugar à participação de outras disciplinas ou áreas curriculares não disciplinares como Área de Projecto, Estudo Acompanhado ou Formação Cívica, assente numa base que privilegia a interação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, configurando uma abordagem habitualmente designada por Ensino CTS.

Assim, a Reorganização Curricular do Ensino Básico aposta no desenvolvimento de competências que se relacionam com *Conhecimento, Raciocínio, Comunicação e Atitudes*. Esta última competência está associada ao desenvolvimento de atitudes relacionadas com o trabalho científico (DEB, 2001).

A escola, como centro de conhecimento e de aprendizagem, assume um papel primordial na preparação dos alunos para uma sociedade cada vez mais exigente em termos tecnológicos, devendo para isso ir de encontro aos seus interesses e necessidades e ao seu contexto sócio-cultural de pertença. Mas uma falha muitas vezes apontada é a falta de incentivos que a escola apresenta ao nível dos interesses e motivações dos alunos. A escola nem sempre consegue, de facto, responder às expectativas dos alunos, o que, obviamente, não deixa de ter implicações desfavoráveis, por vezes de forma acentuada, no seu grau de motivação para a aprendizagem escolar.

O problema parece ter a ver, pelo menos em parte, com o currículo das Ciências realmente proporcionado, ou seja, com aquilo que é efectivamente ensinado nas escolas. É importante que os conceitos ensinados apresentem algum significado para os alunos. Só assim estes se poderão sentir mais motivados para o estudo, ao mesmo tempo que se poderão aperceber da razão e da utilidade das Ciências nas suas vidas (Reiss, 2004).

Sendo o ensino das Ciências fundamental para a promoção da literacia científica dos jovens portugueses, o Departamento do Ensino Básico (2001, p. 129) considera que este deve proporcionar aos alunos possibilidades de:

- despertar a curiosidade acerca do mundo natural à sua volta e criar um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência;
- adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos da investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas;
- questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da Ciência e da Tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral.

As propostas para a educação em Ciências no Ensino Básico preconizam, desse modo, uma abordagem que enfatize a relação da Ciência com a Sociedade, a Tecnologia e o Ambiente (DEB, 2001; Galvão *et al.*, 2006). Neste ponto, assume especial importância a actividade experimental como estratégia de ensino e aprendizagem, através da qual os alunos poderão investigar problemas, seguindo o processo científico de formulação de hipóteses e previsão de resultados, experimentação e discussão de resultados (DEB, 2001). De facto, a actividade

experimental possibilita aos alunos o desenvolvimento de competências que se relacionam com a manipulação de material de laboratório e com o próprio processo de investigação, para além de poder desenvolver neles uma atitude mais positiva em relação às Ciências (Woolnough, 2000).

Os objectivos anteriormente referidos convergem para a necessidade da promoção da interdisciplinaridade entre as diferentes disciplinas ou áreas disciplinares que constituem o Currículo do Ensino Básico (Galvão *et al.*, 2006). Contudo, pouco se tem, na prática, realizado nesse sentido, quer ao nível do Ministério da Educação (algo evidenciado na falta de articulação dos programas), quer dos próprios professores (Canavarro, 2005; Fiolhais, 2006b). Tal situação é muito possível de ocorrer nas disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais, onde a falta de comunicação entre os professores pode conduzir a uma mera repetição de conteúdos, uma vez que os temas das disciplinas são comuns (Freitas, 2005).

Tornar o ensino das Ciências estimulante e motivador é, seguramente, uma atitude que os professores devem cada vez mais manifestar, de forma a estimular o gosto e o interesse dos alunos pelas Ciências e, ao mesmo tempo, prepará-los melhor para o debate tecnológico em que o cidadão é hoje chamado a participar na sociedade.

Em Portugal, os alunos, no final do 9º ano de escolaridade, são confrontados com a primeira grande escolha que lhes poderá determinar o futuro, em termos académicos e profissionais. A escolha do agrupamento para prosseguimento dos estudos é feita em função da sua opção em termos profissionais, verificando-se, contudo, que, nestas idades, e apesar de a maioria dos alunos manifestar interesse em continuar a estudar, muitos não possuem ainda uma ideia concreta sobre o curso a seguir no Ensino Superior (Martins *et al.*, 2005). Apesar de a maior parte dos alunos optar pelo Agrupamento Científico-Humanístico do Ensino Secundário, destacando-se o Curso de Ciências e Tecnologias, o qual permite o ingresso no Ensino Superior em cursos relacionados, nomeadamente, com a Medicina e Engenharias, constata-se que poucos optam pela disciplina de Física, enveredando pela Biologia ou pela Química. Inquiridos sobre este facto, os alunos justificam a não opção pela Física, alegando como principal motivo o facto de não se tratar de uma disciplina específica para ingressarem no Ensino Superior e apresentando, ainda, como explicação o insucesso verificado nos Exames Nacionais na mesma ou a falta de estímulo por parte dos professores para continuarem os estudos em Física (Martins *et al.*, 2005).

Esta situação torna-se preocupante, tanto mais que traz como consequência uma diminuição no número de alunos inscritos em Física e, por conseguinte, a redução do número de turmas onde seja leccionada esta disciplina. Para além disso, nos novos Cursos Científico-Humanísticos de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário, as disciplinas de Física e Química constituem uma opção, o que pode resultar na frequência deste curso secundário, sem que o aluno tenha optado pela matrícula numa destas disciplinas.

Claro que nem todos os alunos irão optar por cursos de Ciências no momento de decidirem o seu futuro profissional. Contudo, o ensino das Ciências é, em termos de educação básica, fundamental, dada a sua potencial quota-parte na preparação do cidadão, independentemente da sua orientação académica e profissional, para tomar decisões em questões onde a Ciência assume especial relevância (Andre *et al.*, 1997).

Há, no entanto, que dizer que tal situação não é exclusiva do nosso país. Na verdade, verifica-se também, em muitos outros países, um decréscimo no que se refere à opção pelas áreas de Química e de Física, ao nível dos Ensinos Secundário e Superior. Exemplo importante é o caso de Inglaterra, onde parece estar a acontecer uma diminuição na opção de prosseguimento de estudos, na área das Ciências ao nível do Ensino Superior. Cleaves (2005), num estudo por si realizado com alunos ingleses do Ensino Secundário, verificou que as opções destes por áreas de Ciências se relacionavam com o seguimento de uma determinada carreira profissional. Por outro lado, factores como as dificuldades sentidas ao nível da aprendizagem da Ciência, desmotivação e falta de interesse ao nível do currículo e até mesmo desconhecimento sobre o trabalho da Ciência, foram evidenciados pelos alunos que não optaram por uma área científica ou mesmo por aqueles que, ao longo do seu percurso no Ensino Secundário, foram alterando as suas opções.

Na Escócia, ao contrário, parece verificar-se uma situação de excepção. Neste país, a avaliar pela evidência recolhida num estudo de Reid e Skryabina (2002), a Física pareceu constituir uma opção muito popular para os alunos do Ensino Secundário, tendo-a estes considerado uma área curricular útil, importante e uma óptima escolha no que diz respeito a saídas profissionais (Reid e Skryabina, 2002).

O que, em suma, parece evidente é a diminuição de interesse que se verifica em relação à disciplina de Ciências Físico-Químicas, a partir do Ensino Básico. À medida que os alunos progredem no seu percurso escolar, verifica-se que estes se encontram menos motivados para o estudo e para o prosseguimento de estudos nas áreas de Física e Química. Questionados sobre

os motivos que justificam essa falta de motivação, os alunos portugueses do 9º ano de escolaridade apontaram, no estudo levado a cabo por Martins *et al.* (2005), as seguintes razões:

- difícil natureza da matéria em causa;
- características dos manuais adoptados, que não os entusiasma para o estudo;
- dependência da Física e da Química em relação à Matemática, disciplina onde apresentam muitas dificuldades;
- dificuldade na aplicação dos conhecimentos na resolução de problemas.

O interesse por estas disciplinas é, por outro lado, algo que parece ser distinto nos rapazes e nas raparigas. Farenga e Joyce (1999) referem que é desde muito cedo que se começam a notar essas diferenças, verificando-se que as raparigas tendem a mostrar maior apetência pela disciplina de Biologia/Ciências Naturais, por ser por elas considerada mais fácil, ao contrário da Física que consideram mais exigente. Estes autores mencionam a existência de estudos que apontam que a maior parte das crianças não têm ainda a capacidade cognitiva suficientemente desenvolvida, para compreender os conceitos leccionados na disciplina de Física.

Num estudo levado a cabo pelos mesmos investigadores, com o objectivo de identificar as opções por cursos relacionados com a área das Ciências, onde foram abrangidos alunos com idades entre os 9 e os 13 anos de idade, constatou-se que os rapazes tendiam a optar por cursos de Ciências, numa percentagem superior à verificada nas raparigas. De entre esses cursos, destacam-se os que se relacionam com a disciplina de Física. As raparigas, por seu lado, pareceram evidenciar maior inclinação para a área das Ciências da Vida. Eram, aliás, as raparigas a considerar os cursos de Ciências mais apropriados aos rapazes, enquanto estes tenderam a considerá-los menos adequados às raparigas do que a si próprios. A inferência a extrair parece assim evidente: ambos os grupos de género tenderão, no geral, a admitir que as Ciências são uma área com características masculinas, facto este que deve ser contrariado, na opinião dos investigadores.

Compete então à escola modificar esta imagem, fomentando o interesse das raparigas e incentivando-as a optar pela área de Ciências, como aliás sucede na Escócia, onde esta área é muito popular em ambos os géneros (Reid e Skryabina, 2002).

A História da Ciência pode também contribuir, pois muitas mulheres se destacam (ou destacaram) em Ciências, como por exemplo Marie Curie (Física), Caroline Lucretia Herschel (Astronomia) ou Jocelyn Bell (Física), entre outras.

2.3– Influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas

Desde cedo que a Matemática constitui um problema para a maioria dos alunos que, de muito novos, a encaram com receio. Amigos, familiares, meios de comunicação social e até a própria escola são, na opinião de Ramos (2004), factores que condicionam a representação dos alunos sobre a Matemática, a que se junta a experiência individual de cada um.

Estas representações assumem um carácter distinto entre os grupos. Se, por um lado, uns valorizam a Matemática, outros não o fazem; se uns a consideram difícil, outros não. Cada um constrói a sua representação social, através da partilha com outros elementos, baseada em aspectos como o valor, a dificuldade, a utilidade ou o interesse.

Para os Encarregados de Educação, é sobretudo em Matemática, a par de Língua Portuguesa, que se devem obter bons resultados, e é essa imagem que é transmitida aos seus educandos. A valorização da disciplina de Matemática, no caso dos alunos, parece, por outro lado, ser maior naqueles que demonstram mais conhecimentos matemáticos (Ramos, 2004).

No início do 3º Ciclo do Ensino Básico, os alunos tomam contacto com a disciplina de Ciência Físico-Químicas que, em geral, lhes desperta a curiosidade e os incentiva para o estudo das Ciências, até ao momento em que se apercebem que, para a compreensão de determinados conceitos dessa disciplina, é necessário o conhecimento matemático. Os próprios professores da disciplina consideram certos conceitos matemáticos como um pré-requisito para as suas aulas (Woolnough, 2000), quer a nível do Ensino Básico ou Secundário, quer ao nível do Ensino Superior, nomeadamente em cursos relacionados com a Matemática, Ciências e Engenharia (Orton e Roper, 2000). Por outro lado, alguns professores parecem encarar a Matemática e a sua utilização na representação de fenómenos físicos como um obstáculo à compreensão desses fenómenos pelos alunos (Albe *et al.*, 2001).

A História aponta-nos figuras como Isaac Newton e Galileu Galilei, génios que se dedicaram simultaneamente à Matemática e à Física, entre outras áreas. Apesar desta ligação histórica, a relação entre a Matemática e as Ciências parece, todavia, ter vindo a enfraquecer, ao nível educacional.

Num estudo realizado por Orton e Roper (2000), tendo por base o Currículo Nacional do Ensino Básico de Inglaterra e País de Gales, verificou-se que a Matemática, ao nível do Ensino Básico, tende, hoje em dia, a influenciar, para além dos currículos de Ciências, os currículos de outras áreas, como por exemplo a Geografia. Por outro lado, nestes países, o currículo das Ciências, ao nível do Ensino Básico, também parece estar a afastar-se da Matemática, provavelmente com o intuito de tornar a área de Ciências mais acessível aos alunos (Orton e Roper, 2000).

Na opinião de Ogunsola-Bandele (1996), se a Matemática e a Física estão tão próximas uma da outra, a grande preocupação deve passar pela definição de um currículo que reconheça essa mesma relação, ao mesmo tempo que ajuda os alunos a relacionar os conceitos aprendidos na Física e na Matemática, com as experiências que ocorrem no seu quotidiano.

A dificuldade de muitos alunos passa, em certas situações, pela utilização de conceitos comuns, abordados e aplicados de forma diferente nestas duas disciplinas. Poynter e Tall (2005) apresentam, como exemplo, o conceito de vector que é relacionado com os conceitos de movimento em Ciências Físico-Químicas, ao passo que na disciplina de Matemática é utilizado no conceito de translação. O estudo levado a cabo por estes autores revela que o facto de haver distinções no significado deste conceito, mediante o contexto em que é aplicado, afecta o modo como os estudantes o assimilam. O conhecimento torna-se assim fragmentado (Albe *et al.*, 2001), a ponto de os alunos não conseguirem utilizar os seus conhecimentos matemáticos e físicos em simultâneo. Ou seja, os alunos conhecem os fenómenos que lhes são apresentados e em termos de conhecimentos matemáticos conseguem resolver equações e outros problemas; no entanto, parecem não conseguir conciliar as duas áreas de conhecimento.

Um outro exemplo, envolvendo a Segunda Lei de Newton, é referido por Woolnough (2000). Os alunos, perante esta lei, escrita sob a forma da equação matemática $F_i = ma$, utilizam os seus conhecimentos matemáticos para resolver a equação em ordem à variável pretendida, sem contudo compreenderem o verdadeiro significado físico da mesma.

Fiolhais (2001) caracteriza a relação da Física com a Matemática como “intimista”, pois é a partir da linguagem matemática que o físico descreve o mundo que o rodeia. Na verdade, um dos grandes problemas que parecem afectar as duas disciplinas deve-se a uma questão de linguagem, que é diferente entre as duas disciplinas, o que pode gerar dificuldades de entendimento e articulação entre os próprios professores (Canavarro, 2005).

A articulação entre as Ciências e a Matemática está também prevista no Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001). Nele se refere que os alunos devem desenvolver no seu percurso ao longo da educação básica a competência de “usar a Matemática, em combinação com outros saberes, na compreensão de situações da realidade” (p.57). Para Tuminaro (2002), a utilização da Matemática na Física, sob a forma de equações ou gráficos, é, inclusivamente, a forma que os alunos possuem de melhor compreenderem os conceitos nesta disciplina.

Talvez no início da Física e da Química, a Matemática não tivesse a importância que hoje lhe é atribuída, porque no fundo esta serviu sobretudo como forma de lidar com os números associados às medições (Boniolo, 2004). Actualmente, os físicos e os químicos sabem, contudo, que a importância da Matemática está para além das medições e que estas disciplinas não se podem separar, mesmo que existam pessoas que não apreciem a Matemática (Fiolhais, 2006a).

A própria história da Matemática não a apresenta como uma ferramenta da Ciência. Num estudo realizado por Orton e Roper (2000), foi, de facto, evidenciado que não se verifica uma relação de dependência curricular entre a Matemática e as Ciências, como seria de esperar. Isso poderá decisivamente contribuir para a grande dificuldade dos alunos na transferência dos conhecimentos matemáticos e sua consequente aplicação, por exemplo em situações relacionadas com a Física. Os alunos consideram estes conhecimentos como estanques, aplicáveis unicamente nas aulas de Matemática. A dificuldade maior reside na dificuldade de os alunos compreenderem que as duas disciplinas estão interligadas. A falta de articulação entre os grupos disciplinares e os professores das duas disciplinas em nada contribui para colmatar esta lacuna. Contudo, também é importante ter em atenção a imagem errada que pode ser transmitida aos alunos. A Física não é um ramo da Matemática, nem esta disciplina se reduz à resolução de equações matemáticas. A Matemática serve sim, e é fundamental fazer compreender este aspecto aos alunos, como ferramenta de apoio importante na compreensão e interpretação de fenómenos físicos (Woolnough, 2000).

A mesma ideia defende Neto (1998), ao acentuar que, pelo facto de a Física necessitar dos conhecimentos da Matemática, isso não significa que estes sejam suficientes para se compreender aquela disciplina, não devendo por isso ser considerados como pré-requisitos únicos.

Woolnough (2000), num estudo realizado na Austrália, com o objectivo de ajudar os alunos a estabelecer a relação entre as equações matemáticas utilizadas para resolver problemas em mecânica e situações do quotidiano que envolvessem objectos móveis, mostrou

que os alunos trabalham em três contextos com diferentes características: o contexto real, onde os alunos são influenciados por factores que não se podem controlar; o contexto da Física, onde se pode trabalhar experimentalmente e testar situações do quotidiano; e o contexto da Matemática, onde tudo se relaciona com o x e o y . E será neste mundo da Matemática que as dificuldades aumentam, pois os gráficos elaborados a partir das situações são caracterizados por eixos onde se identificam apenas as letras x e y , não havendo, em geral, referência às unidades. Gráficos semelhantes, elaborados no âmbito da Física, como os que se relacionam com o movimento dos corpos, são caracterizados por outras letras, como v e t (referindo-se, respectivamente, a velocidade e tempo), fazendo-se neste caso referência às unidades.

O físico tem necessidade de atribuir significado aos símbolos, tem necessidade de os contextualizar (Redish, 2005). Enquanto que a resolução de uma equação em Matemática se processa em ordem a uma variável, que para o aluno não tem, muitas vezes, qualquer significado, em Física, a mesma equação assume um significado diferente. Esse é, por exemplo, o caso da determinação da velocidade de um corpo, onde o aluno conhece o significado de cada uma das variáveis que lhe são apresentadas. É nesse sentido que Redish acentua a importância de os alunos saberem utilizar os seus conhecimentos matemáticos, de os colocar ao serviço na resolução de problemas, sem contudo se transformar as aulas de Física numa continuação de uma aula de Matemática.

Num estudo realizado por Angell *et al.* (2004), com alunos e professores do 12º e 13º anos de escolaridade do Ensino Secundário da Noruega, procurou-se, além disso, averiguar a imagem que os intervenientes tinham sobre a Física e como a comparavam com outras disciplinas. Quando questionados sobre o que é problemático no ensino da Física, alunos e professores não manifestaram a mesma concepção. Apenas 10% dos alunos apontaram como problemático o “uso da Matemática para resolver problemas físicos” e 25% dos alunos referiram o “uso da Matemática para descrever fenómenos físicos”. Por outro lado, foi nestes dois tópicos que os professores consideraram residir as dificuldades dos alunos em Física (35% e 50% dos professores, respectivamente), para além do que acontecia com os tópicos “uso de leis para resolver problemas” e “extensão do currículo”. Estudos realizados por EVA (estudo com alunos do ensino secundário levado a cabo na Dinamarca) e Drury e Allen (ambos referidos por Angell *et al.*, 2004), entre outros, sugerem, por outro lado, que as lacunas que os alunos apresentam na aplicação de conhecimentos matemáticos são um dos factores apontados por professores de Física como problemáticos também no Ensino Superior. Os alunos não aparentam, contudo, ter

consciência dessas dificuldades, considerando que as mesmas resultam do uso de letras/símbolos, em vez de algarismos, e da combinação de várias fórmulas físicas para resolver determinados exercícios (Angell *et al.*, 2004).

É interessante ainda salientar que no estudo realizado por Angell *et al.* (2004) os alunos pareceram assumir a importância da Matemática na compreensão dos fenómenos físicos, ao mesmo tempo que consideraram que a sua utilização nesta área é uma forma de ver a aplicação e a utilidade da Matemática na vida. Os mesmos autores consideram ainda a Matemática como um factor importante, ao apontarem, entre outros aspectos, a integração da Matemática nos cursos de Física como forma de atrair/manter os alunos nas áreas de Ciências, contribuindo deste modo para a própria literacia científica.

Num outro estudo, realizado, desta vez, na Nigéria, por Ogunsola-Bandele (1996), foram investigadas as atitudes de 104 alunos face à Física e à Matemática e à relação existente entre as duas disciplinas. Da evidência extraída foi possível inferir que os alunos questionados tenderam a encarar a Física como uma disciplina interessante e útil para a sociedade, sendo de opinião que todos deveriam ter alguma formação e, conseqüentemente, algum conhecimento nesta área, apesar de ao mesmo tempo lhe atribuírem alguma dificuldade, devido à quantidade de conceitos e termos técnicos que necessitam de memorizar. Se, além disso, os alunos tenderam, por um lado, a atribuir uma certa importância à figura do professor, como motivador para o estudo da disciplina, consideraram, por outro, que existe uma certa dificuldade na interpretação dos manuais de Física.

Para os alunos que participaram na investigação, a presença da Matemática é importante e necessária para a compreensão dos conceitos físicos, embora preferissem que a Física não envolvesse tanto cálculo, considerando este um factor que lhes diminui as classificações na disciplina.

Em Portugal, as atitudes que os alunos revelam não são muito diferentes das que estes estudos relatam. De facto, algumas das dificuldades que os alunos portugueses dizem sentir na aprendizagem da disciplina de Ciências Físico-Químicas, quer no Ensino Básico, quer no Ensino Secundário, apontam para a natureza teórica do ensino, a falta de aplicações práticas relacionadas com o dia-a-dia e a utilização da Matemática em demasia (Martins *et al.*, 2005). A insuficiência dos conhecimentos matemáticos, bem como o deficiente domínio da Língua Portuguesa, foram, aliás, dois dos aspectos mais salientes que os professores apontaram para a existência de dificuldades na disciplina (Martins *et al.*, 2002).

Por outro lado, num estudo levado a cabo por Neto (1998), os alunos do 10º ano inquiridos referiram que um dos aspectos que tornam a disciplina de Física mais acessível é, a par da sua organização, o facto de esta se encontrar mais ligada à vida real do que a Química. A utilização dos conhecimentos matemáticos e as fórmulas que acompanham alguns dos conceitos físicos foram os motivos apontados pelos alunos participantes neste estudo para as dificuldades que sentem na disciplina, referindo os mesmos ainda a falta de articulação entre os programas de Matemática e Ciências Físico-Químicas. A aprendizagem em Matemática seria facilitada, e seria até mesmo mais motivadora, se os conceitos fossem explicitados com aplicações em situações concretas, como aquelas que a Física proporciona.

2.4– Atitudes dos alunos face às Ciências e à Matemática

As atitudes que os alunos evidenciam durante as aulas, particularmente no que tem a ver com a aprendizagem, é algo que os professores não podem deixar de ter presente, até pelas implicações que, de forma mais ou menos consciencializada, sabem que a dimensão afectiva e emocional, nomeadamente na parte que se relaciona com a motivação e as atitudes, pode ter no rendimento cognitivo dos alunos (Neto, 1998; Damásio, 2005). Apesar disso, os professores limitam-se, muitas vezes, a categorizá-las, simplesmente, em “interesse/desinteresse” que o aluno demonstra pelos conteúdos curriculares ou pela disciplina em si (Alonso *et al.*, 2005). Por outro lado, acontece frequentemente que as actividades planificadas e realizadas na sala de aula não serão as que melhor permitem o desenvolvimento de atitudes favoráveis à aprendizagem, especialmente no que tem a ver com as disciplinas de Ciências (Kobella Jr, 1989). Mas o problema da falta de motivação e interesse para com as actividades de sala de aula não parece, curiosamente, ser um exclusivo dos alunos. Num estudo realizado por Martins *et al.* (2005), também os alunos apontaram a falta de motivação e de interesse dos professores como uma das variáveis que poderão contribuir para as dificuldades dos primeiros, na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

De acordo com De Mórán *et al.* (1995), a atitude em relação a uma disciplina é, de facto, um dos principais factores responsáveis pela motivação do aluno para o estudo e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de uma atitude positiva em relação à disciplina (Freedman, 1997).

Vale a pena nesta altura acentuar que, também a nível teórico, o conceito de atitude se revela problemático, sendo difícil reunir acordo quanto ao seu significado (Neto, 1998). Ainda assim, pode considerar-se consensual admitir que este conceito se relaciona com a postura ou a disposição perante algum acontecimento ou algo, como sentimentos ou crenças em relação a pessoas ou situações, como por exemplo em relação à aprendizagem escolar ou às disciplinas que os alunos estudam (Kiamanesh, 2004). A referência vai mais longe ao classificar a atitude em positiva ou negativa, como estando a favor ou contra, respectivamente. Segundo Shrigley (referido por Araújo, 1995), as atitudes explicam a inclinação que o indivíduo demonstra perante situações, tratando-se, todavia, de um termo que, tal como já antes se referiu, é fortemente polissémico, ou seja, é aplicado em numerosos e diferentes contextos, associado a uma ampla gama de significados e sentidos, o que não deixa de criar problemas na sua utilização (Kobella Jr, 1989).

Numa análise às atitudes que os alunos revelam, qualquer que seja a área que se pretende investigar, deve-se atender, segundo De Mórán *et al.* (1995), às seguintes propriedades:

- *direcção* – a atitude é dirigida a uma área, a um objecto, a uma disciplina;
- *magnitude* – gama de avaliação que vai de um extremo negativo a um extremo positivo;
- *centralidade* – a importância que a atitude assume em relação a outras;
- *multiplicidade* – todo o conjunto de factores que podem afectar a atitude, os quais podem ser sociais, culturais, económicos, etc.;
- *modificabilidade* – no sentido em que as atitudes podem ser alteradas, inclusivamente pelo próprio contexto em que o sujeito se encontra e aos factores que o podem afectar.

Alguns psicólogos sociais, como Eagly e Chaiken (referidos por Salta e Tzougraki, 2004), consideram que as atitudes apresentam três componentes:

- *Cognitiva* – componente relacionada com os atributos das atitudes em relação a um objecto, podendo ser avaliada, por exemplo, através de um questionário;

- *Afectiva* – componente relacionada com os sentimentos sobre esse objecto, podendo ser avaliada através de índices psicológicos, relacionados com a afeição;
- *Comportamental* – componente relacionada com o agir do sujeito em relação ao objecto, podendo ser avaliada através da observação do comportamento do sujeito.

Das três, a que parece ser mais relevante é a componente afectiva, determinando as outras duas. Se um aluno possuir uma atitude positiva em relação a um dado assunto, por exemplo o conteúdo de uma determinada unidade didáctica, terá desenvolvido uma disposição afectiva forte em relação a esse assunto, o que terá reflexos em termos cognitivos e no seu comportamento em sala de aula. Schibeci (referido por Araújo, 1995) refere que são as atitudes que determinam a forma como os alunos usam o conhecimento, numa acção que envolve as três componentes antes apresentadas. Daí que se admita, teoricamente, a existência de relação entre as atitudes dos alunos face a uma disciplina (por exemplo, Matemática) e o desempenho destes nessa mesma disciplina, relação essa que se pode revelar decisiva, tanto ao nível do desempenho como da aprendizagem (Kiamanesh, 2004).

As atitudes dos alunos, por outro lado, são influenciadas por vários factores, dos quais se destacam a família, os colegas, o meio sócio-cultural, a escola e os próprios professores. Papanastasiou e Zembylas (2002) apontam o contexto familiar, na figura dos pais, na imagem que estes apresentam da escola e da Ciência em geral, na importância que lhes atribuem, como um factor importante no que respeita ao desenvolvimento de atitudes positivas em relação à Ciência.

Estes investigadores referem, também, que as primeiras experiências educativas na área da Ciência, os primeiros anos em que os alunos têm um contacto mais directo com esta e o *feedback* que recebem dessa experiência, através de um bom desempenho, serão um factor primordial na caracterização da importância que a Ciência assume para os alunos e, ao mesmo tempo, para os que os rodeiam.

Como antes já se assinalou, a atitude de um aluno em relação a uma disciplina pode ser também decisivamente influenciada pelo próprio professor, nomeadamente pelo modo como ensina na sala de aula (Simon, 2000; Osborne *et al.*, 2003). Se a disciplina é demasiado teorizante e excessivamente centrada na figura do professor, é natural que os alunos,

particularmente nos dias de hoje, desenvolvam atitudes desfavoráveis, traduzidas numa desmotivação pela matéria e pela disciplina. Por outro lado, se o papel do aluno assume lugar de destaque na sala de aula e na aprendizagem, poderemos ter patente uma atitude tendencialmente mais positiva (Freedman, 1997; Salta e Tzougraki, 2004). Daí a necessidade de o professor ter em conta, na preparação do seu trabalho e na planificação das suas aulas, a elaboração de materiais que permitam ao aluno desenvolver atitudes mais favoráveis à aprendizagem escolar (Utsumi e Mendes, 2000), para além de o próprio professor se sentir mais motivado e mais seguro, manifestando uma atitude positiva em relação àquilo que ensina (Simon, 2000).

É importante, além disso, não confundir atitudes científicas com atitudes face à Ciência. Schibeci (referido por Freedman, 1997) defende que as atitudes científicas estão sobretudo relacionadas com aspectos cognitivos, ao passo que as atitudes que os alunos revelam em relação à Ciência se caracterizam por uma dominância da componente afectiva.

A temática relacionada com as atitudes que os alunos demonstram em relação à Ciência tem sido extensivamente estudada. Segundo Salta e Tzougraki (2004), as pesquisas realizadas até 1998, por Ramsden, levaram, em síntese, às seguintes conclusões:

- A Ciência é considerada pelos alunos difícil e não relevante para a vida da maior parte das pessoas;
- A Ciência, na opinião dos alunos, causa problemas sociais e ambientais;
- A Ciência é mais atractiva para os rapazes do que para as raparigas;
- O interesse dos alunos pela Ciência diminui ao longo do percurso escolar;
- As atitudes negativas dos alunos associam-se mais aos temas de Ciências relacionados com Física do que as que têm mais a ver com a Biologia.

Como já tivemos oportunidade de ilustrar através de uma referência pontual antes discutida, existe evidência na literatura que aponta para a existência de possível associação entre as atitudes relacionadas com a Ciência e o género dos estudantes. Alguns investigadores, como Francis e Greer (referidos por Salta e Tzougraki, 2004), Jones (2000), Garcia-Milà (2001) e Osborne *et al.* (2003) concluíram que os rapazes parecem, em geral, evidenciar uma atitude mais positiva em relação à Ciência do que as raparigas.

Segundo Simpson *et al.* (referidos por Garcia-Milà, 2001), em vários estudos pareceu verificar-se que as raparigas associam à disciplina de Física uma imagem masculina, ao mesmo tempo que consideram, tanto a disciplina em si, como o trabalho científico, áreas vocacionadas para os rapazes.

Garcia-Milà (2001) acrescenta ainda que, em muitos casos, é o próprio professor que demonstra uma expectativa positiva em Ciências, em relação ao desempenho dos seus alunos rapazes, em detrimento das raparigas.

No caso da disciplina de Ciências Físico-Químicas, Martins *et al.* (2005) apresentam evidência que leva a concluir que, em Portugal, “os rapazes consideram os assuntos de Física mais interessantes e as raparigas os de Química” (p. 155), verificando-se, também, que os alunos se encontram mais motivados para o estudo da Física, ao passo que as alunas preferem Biologia, Química ou Matemática.

Outros investigadores parecem, todavia, não encontrar diferenças significativas entre rapazes e raparigas, no que se refere às atitudes em relação à Ciência, o que nos deixa sem consenso neste tópico. Num estudo realizado por Salta e Tzougraki (2004) na Grécia, com alunos do 11º ano de escolaridade, os resultados obtidos apontam, com efeito, para a não existência de diferenças significativas entre rapazes e raparigas, no que concerne a aspectos como a utilidade, o interesse ou até mesmo a importância da Química. No que diz respeito à dificuldade da disciplina, a diferença já aparentava ser, todavia, significativa, uma vez que as raparigas tenderam a considerar a disciplina mais difícil do que os rapazes. Este estudo, para além de examinar as atitudes face à Química no que se refere à sua dificuldade, interesse e utilidade, examinou ainda a sua utilidade na escolha da futura profissão dos estudantes. Os resultados mostraram que os alunos tendem a evidenciar uma atitude passiva em relação à dificuldade e ao interesse da disciplina. No entanto, no que diz respeito às dificuldades sentidas pelos alunos, estes afirmaram que a mesma reside no uso e aplicação de conceitos e símbolos e não na sua compreensão. Por outro lado, a dificuldade parece persistir quando os alunos são solicitados a resolver problemas químicos que requeiram conhecimentos matemáticos.

Apesar desta atitude negativa, os estudantes gregos inquiridos apontaram como um aspecto positivo da Química o facto de o conhecimento adquirido nesta disciplina se tornar útil para interpretar aspectos do quotidiano e para resolver problemas ambientais e melhorar as suas vidas. No entanto, os gregos não enveredam por profissões na área da Química, o que nos conduz a um outro problema que pode afectar a sociedade de um modo geral: o fraco interesse

que os alunos parecem demonstrar por vias profissionais na área da Ciência, dificultando assim o progresso tecnológico e científico, que nos últimos anos se tem fomentado.

Num estudo realizado na Noruega, desta vez focalizado para a Física, Angell *et al.* (2004) constataram que os alunos, apesar de considerarem a disciplina difícil, teórica e abstracta, a apontavam como interessante, por se relacionar com os fenómenos naturais que acontecem no seu dia-a-dia. Esta inferência é, de algum modo, surpreendente, uma vez que, como assinalam Orhun e Orhun (s.d.), o grau de abstracção de uma disciplina, em particular a que está associada a certos conceitos matemáticos como os que a Física utiliza, é um dos factores que mais parecem afectar, pela negativa, a atitude dos alunos em relação às Ciências.

Na verdade, existe muitas vezes um fosso entre o nível de desenvolvimento cognitivo dos nossos alunos e o grau de abstracção que lhes é exigido nas disciplinas de Ciências, o que leva os alunos a considerarem essas disciplinas aborrecidas, difíceis e pouco atractivas para o seu futuro (De Mórán *et al.*, 1995; Orhun e Orhun, s.d.).

O desenvolvimento de uma atitude negativa pode, por outro lado, resultar da falta de formação pedagógica e didáctica dos professores da disciplina, o que não proporciona nem incentiva o desenvolvimento de hábitos de trabalho que privilegiem o raciocínio, valorizando o “ensinar a aprender” (De Mórán *et al.*, 1995).

A literatura mostra-nos, em suma, que a relação entre a Matemática e as Ciências existe, embora nem sempre reunindo o consenso de professores e investigadores em relação ao seu grau de importância. A Matemática tem, por razões óbvias, de estar presente no ensino das Ciências, constituindo em algumas situações um pré-requisito, uma ferramenta de apoio à compreensão de muitos fenómenos do quotidiano do Homem. Os estudos anteriormente mencionados apresentam as atitudes que os alunos expressam em relação às Ciências, as quais evidenciam uma conotação negativa quando fazem referência à Matemática. Segundo Orhun e Orhun (s.d.), as atitudes que os alunos manifestam em relação a estas duas áreas do conhecimento também se devem a factores relacionados com o ensino nas escolas (conteúdos desajustados aos contextos sócio-educativos dos alunos ou turmas numerosas e bastante heterogéneas), com o contexto familiar e até mesmo com as atitudes que os alunos revelam em relação à escola. Um estudo realizado por estes autores com alunos do 9º ano apontou para a existência de relação directa entre as atitudes que os alunos apresentam em relação à Matemática e às Ciências. Ora, se é verdade que a Matemática assume uma conotação negativa

aos olhos dos alunos, é de esperar que a imagem das Ciências, em particular a Física, acabe por ser também afectada, dada a ligação que une as duas áreas curriculares.

2.5– O desempenho dos alunos em Ciências e Matemática – alguns estudos internacionais

Como foi já recorrentemente evidenciado ao longo deste relatório, a maior parte das pessoas tende, hoje em dia, a construir da Matemática uma imagem pouco favorável. Essa é, pode dizer-se, uma representação social inquestionável e, inclusivamente, universal. Para além da influência que tal representação possa ter nos alunos, o afastamento destes face a esta disciplina estará, seguramente, muito relacionado também com o grau de insucesso que lhe está associado. Desde cedo, este parece, na verdade, ser causa importante de desmotivação para a aprendizagem dos alunos da matemática escolar, revelando estes, na sua maioria, dificuldade em compreender e percepcionar a utilidade da Matemática no seu quotidiano. Pode até afirmar-se que tal desmotivação é, de algum modo, “hereditária”, sendo transmitida em cadeia pelas famílias e amigos e pelos alunos mais velhos aos alunos mais novos, pelo que, antes do primeiro contacto formal com a Matemática, muitos deles apresentam uma disposição desfavorável para com a disciplina.

No que tem a ver com as implicações que tal imagem negativa pode ter, em concreto, na disciplina de Ciências Físico-Químicas, alguns professores tendem a atribuir o insucesso nesta sobretudo a limitações e dificuldades que os alunos apresentam ao nível da Matemática. Parece, todavia, que esses mesmos professores tendem a subvalorizar a ênfase que, efectivamente, dão à Matemática nas suas aulas. Na verdade, segundo Lopes (2004, p. 361), “o uso intensivo da Matemática é, geralmente, um obstáculo que resulta mais da perda de significado físico pela excessiva abstracção do que pela técnica matemática em si”. Aliás, e conforme acentua Fiolhais (2001), os professores devem fazer ver aos alunos que a Física não se pode fazer sem a Matemática, fazendo ressaltar a ligação de proximidade que une estas duas Ciências. Em vez disso, a Física é, frequentemente, ensinada aos alunos de uma forma mecânica e associada a cálculos matemáticos demasiado abstractos.

Num estudo realizado sobre o insucesso escolar na disciplina de Matemática no 2º Ciclo do Ensino Básico (Silva, 2004), o ponto de vista dos professores inquiridos apontava, precisamente, como causas de insucesso a falta de interesse, motivação, empenho e estudo por

parte dos alunos. Os alunos pareceram, aliás, corroborar este ponto de vista, afirmando que o seu insucesso na disciplina deriva, fundamentalmente, da sua falta de atenção e estudo. Parece pois compreensível que, verificando-se uma certa desmotivação em Matemática, a mesma se propague até à disciplina de Ciências Físico-Químicas, dado o facto de esta necessitar do apoio da Matemática, quer como ferramenta cognitiva, particularmente a nível de raciocínio lógico (Neto, 1998), quer como ferramenta instrumental.

Por outro lado, uma das conclusões que Utsumi e Mendes (2000) apontam no seu estudo com alunos do 6º, 7º e 8º anos de escolaridade, no Brasil, destaca as atitudes desfavoráveis que os alunos que reprovaram alguma vez no seu percurso escolar manifestam em relação à Matemática. De facto, os alunos que nunca tinham sofrido qualquer retenção tenderam, nesse estudo, a apresentar atitudes significativamente mais positivas em relação à disciplina do que os restantes colegas.

Estudos recentes, efectuados a nível nacional e internacional, têm vindo a reforçar este tipo de evidência.

Num estudo realizado a nível nacional sobre o ensino da Matemática em Portugal, *Relatório Matemática 2001* (Ponte, 2004), foi indiciado que parte do insucesso poderá estar relacionado com as práticas dos professores, uma vez que estes não parecem fazer uma contextualização das situações de aprendizagem, sendo que o que prevalece na sala de aula são as exposições do professor e a resolução sistemática de exercícios. Sem perceberem a sua utilidade no quotidiano, sem haver uma aplicação a situações concretas, os conceitos matemáticos acabam por ser mecanizados pelos alunos, limitando-se estes, assim, à simples aplicação de uma fórmula, de uma regra, de uma técnica.

A nível internacional, foi lançado, em 1997, pela OCDE (*Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económico*), o estudo PISA (*Programme for International Student Assessment*) (GAVE, 2005a; OECD, 2007), tendo como objectivo avaliar o conhecimento e as competências que os alunos de 15 anos dos países participantes possuíam e como os conseguiam aplicar em situações reais.

O estudo, do ponto de vista da recolha de dados, foi organizado em três ciclos (GAVE, 2005a; OECD, 2007):

- Primeiro ciclo – 2000 – envolveu 32 países, cerca de 265 000 alunos e abarcou o domínio da literacia em contexto de leitura e, de forma secundária, as literacias científica e matemática;
- Segundo ciclo – 2003 – envolveu 41 países, cerca de 250 000 alunos, no domínio da literacia matemática, tendo ainda como domínios secundários a literacia de leitura e a literacia científica.
- Terceiro ciclo – 2006 – envolveu a participação de 60 países, mais de 200 000 alunos, sendo o enfoque do estudo na área da literacia científica. (Os resultados deste ciclo serão apresentados a 4 de Dezembro de 2007)

O estudo abrangeu, em concreto, alunos entre o 5º e o 11º anos de escolaridade, no primeiro ciclo, e entre o 7º e o 11º anos de escolaridade nos restantes, tendo participado essencialmente países pertencentes à OCDE, mas também países não membros da mesma. Os resultados obtidos pelos alunos portugueses nos dois primeiros ciclos foram analisados e, posteriormente, comparados com o desempenho dos alunos pertencentes aos países membros da OCDE que participaram no estudo, num relatório elaborado pelo GAVE, sob coordenação de Glória Ramalho (GAVE, 2005b).

Ao avaliar a capacidade de os alunos aplicarem os conhecimentos que possuem a situações problemáticas que lhes são colocadas, o PISA pretende, no fundo, avaliar o seu nível de actuação nas literacias consideradas. A idade escolhida dos alunos participantes neste programa é coincidente com a idade que um aluno, com um percurso de escolarização normal, tende, em média, a possuir no final da escolaridade obrigatória (sensivelmente 15 anos). Parte-se assim do pressuposto que, nessa altura, esse aluno tenha já desenvolvido as competências necessárias para poder responder aos desafios que a vida lhe apresenta, apesar de ainda continuar a desenvolver essas mesmas competências, e outras, durante a vida adulta.

Nos resultados obtidos com o estudo PISA 2000 referentes a Portugal, sob o domínio da literacia de leitura, verificou-se (Ramalho, 2001) que, na generalidade, uma elevada percentagem dos alunos portugueses apresentava níveis muito baixos de literacia. Como assinala, a propósito, Ramalho, trata-se de uma situação preocupante, pois o valor médio dos alunos portugueses situava-se abaixo do valor médio dos países participantes e afastado dos valores médios que os países com melhores classificações obtiveram. De notar, neste domínio, e

ainda no que se refere a Portugal, uma diferença significativa entre rapazes e raparigas, onde estas se destacaram, apresentando melhores resultados.

De acordo com Martins *et al.* (2005), as dificuldades dos alunos na disciplina de Ciências Físico-Químicas devem-se, em parte, a deficiências que estes apresentam ao nível da Língua Portuguesa, deficiências essas bem expressas nos resultados do PISA 2000. Se, por um lado, os alunos portugueses evidenciaram neste estudo algum sucesso na capacidade de interpretar textos narrativos, o mesmo não aconteceu na identificação precisa de informação retirada de um texto, competência obviamente determinante para a aprendizagem de qualquer disciplina.

Para além deste domínio, o estudo PISA 2000 abrangeu ainda, como antes se assinalou, a literacia científica e a literacia matemática. Segundo a OCDE (*in* Ramalho, 2003), entende-se, em concreto, por literacia científica:

a capacidade de usar conhecimentos científicos, de reconhecer questões científicas e retirar conclusões baseadas em evidência, de forma a compreender e a apoiar a tomada de decisões acerca do mundo natural e das mudanças nele efectuadas através da actividade humana. (p.4)

No domínio da literacia científica, Portugal apresentou resultados ainda mais modestos, inferiores à média obtida, quer pelos países pertencentes à OCDE, quer pelos não pertencentes. As excepções verificaram-se com o Luxemburgo, o México e o Brasil, tendo Portugal apresentado melhores resultados.

Tal como acontecia no domínio da leitura, também na literacia científica os melhores e os piores resultados obtidos pelos alunos portugueses foram inferiores à média dos alunos dos países participantes. Ainda no que se refere a este tipo de literacia, não foram, desta vez, detectadas diferenças significativas entre os resultados obtidos pelos rapazes portugueses e os obtidos pelas suas colegas raparigas (Ramalho, 2001).

No caso da literacia matemática, a OCDE (*in* Ramalho, 2002) define-a como:

a capacidade de um individuo identificar e compreender o papel que a Matemática desempenha no mundo, de fazer julgamentos bem fundamentados e de usar e se envolver na resolução matemática das necessidades da sua vida, enquanto cidadão construtivo, preocupado e reflexivo". (p.4)

Tal como se verificou nos domínios anteriores, os resultados médios dos alunos portugueses em literacia matemática revelaram-se inferiores, quando comparados com a média dos países do espaço OCDE (média em função da qual foram analisados os resultados portugueses) no domínio da literacia matemática. Curiosamente, e ao contrário do que sucedeu na literacia científica, foram agora os rapazes a destacar-se, apresentando valores médios

significativamente superiores aos obtidos pelas raparigas (Ramalho, 2001). De referir que, englobando este estudo alunos com 15 anos, matriculados entre o 5º e o 11º ano de escolaridade, seria de esperar diferenças nos resultados nos diferentes anos, o que se veio a verificar. As conclusões do estudo apontam para o afastamento dos valores obtidos pelos alunos que frequentavam o 10º e o 11º anos de escolaridade face aos restantes, os quais já tinham repetido, pelo menos uma vez, um ano de escolaridade, ao longo do seu percurso escolar.

Os resultados obtidos com o PISA 2003 não foram tendencialmente muito diferentes dos obtidos com o PISA 2000 (Ramalho, 2004). Neste ciclo, Portugal continuava, de facto, a apresentar um desempenho modesto, não se verificando diferenças significativas entre os dois ciclos do estudo ao nível das literacias de leitura e científica. Apenas no domínio da literacia matemática pareceu verificar-se uma ligeira melhoria, possivelmente justificada pelo facto de, no estudo PISA 2003, a amostra de alunos englobar apenas os que se encontravam matriculados entre o 7º e o 11º anos de escolaridade (Ramalho, 2004).

Entretanto, já se realizou o estudo PISA 2006. A publicação dos seus resultados, aguardada, naturalmente, com certa expectativa, está prevista, de acordo com fontes da própria OCDE (OECD, 2007) para 4 de Dezembro de 2007.

Um outro estudo realizado a nível internacional foi o TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) (TIMSS, 2006), o qual constitui fonte importante de informação, para comparação do conhecimento na área da Matemática e das Ciências, dos estudantes de países de um espaço mais alargado do globo, do que os que tomaram parte nos vários ciclos em que o PISA está organizado.

Inicialmente designado de *Third International Mathematics and Science Study*, este estudo teve início em 1991, tendo sido realizado ao longo de vários anos, tal como se indica no Quadro 1.

Quadro 1: Dados sobre o estudo TIMSS

Ano	Países participantes	Anos de escolaridade abrangidos
1995	41	4º, 8º, e último ano do Ensino Secundário
1999	38	8º
2003	46	4º e 8º
2007 (*)	63	4º e 8º

(*) Os resultados do estudo TIMSS 2007 serão conhecidos a 9 de Dezembro de 2007

(Fonte: TIMSS, 2006)

Portugal apenas participou no estudo realizado em 1995, abrangendo alunos de 9 e 13 anos de idade. Os resultados obtidos neste estudo, apresentados pela Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC, 2006), referem-se aos alunos que frequentavam o 7º e 8º anos de escolaridade, num total de 6754 alunos. Estes anos de escolaridade apresentam uma maior representatividade de alunos na faixa etária dos 13 anos.

Tal como no caso do PISA, os resultados obtidos neste estudo, para os alunos a frequentar o 7º e o 8º ano de escolaridade foram bastante desfavoráveis ao nosso país, tendo, inclusivamente, no grupo dos países europeus, Portugal aparecido em último lugar na área da Matemática: 81% dos alunos portugueses destes anos de escolaridade obtiveram valores abaixo da média internacional verificada nesta área.

No que respeita a Ciências, os resultados obtidos pelos nossos alunos apenas superaram os dos seus colegas da Dinamarca, Lituânia e Bélgica Francesa (a qual participou de forma independente em relação à Bélgica Flamenga). Embora os indicadores em Ciências tivessem sido um pouco menos penalizadores para o nosso país, ainda assim 78% dos alunos portugueses do 7º ano de escolaridade e 72% dos do 8º ano ficaram abaixo da média internacional registada nesta área.

Os resultados obtidos nestes dois anos de escolaridade, de um modo geral, e no que tem ainda a ver com Portugal, não revelaram diferenças significativas entre rapazes e raparigas, apesar de estes tenderem a apresentar melhores resultados nas áreas de Física, Química e Ciências da Terra do que as raparigas. De destacar ainda as atitudes positivas que estes alunos pareceram revelar por estas áreas, por um lado, e a fraca percentagem de alunos que afirmaram pretender prosseguir os seus estudos no Ensino Superior (apenas cerca de 30%) (DGIDC, 2006).

Num estudo realizado anos mais tarde por Martins *et al.* (2005), esta última percentagem apontava para valores à volta de 87%. Apesar de se tratar de inquéritos de perfil metodológico bastante diferente, pode admitir-se a hipótese de, nesse intervalo de tempo, ter aumentado significativamente a percentagem de alunos portugueses com desejo de obter um curso superior.

Apesar de alguns autores tecerem críticas (algumas pertinentes) à legitimidade efectiva destas comparações internacionais, a realização destes estudos, tendo em consideração o currículo das áreas disciplinares e até mesmo a economia do país em que o mesmo se realiza,

não deixa, em nosso entender, de constituir uma mais-valia, pelos indicadores importantes que deles possam ser derivados para a promoção de um ensino de qualidade nas áreas envolvidas, para a definição de estratégias que superem as dificuldades dos alunos, que melhorem o seu desempenho, que promovam o sucesso nestas áreas e que incentivem uma mudança favorável de atitudes (Baker e Jones, 2005).

Um outro estudo internacional designado por *The Relevance of Science Education* (ROSE, 2007a) tem sido levado a cabo, sob coordenação de Svein Sjøberg (Universidade de Oslo, Noruega). Com o objectivo de aferir a importância que os alunos de 15 anos atribuem ao ensino da Ciência e da Tecnologia, este estudo conta com a participação de cerca de 40 países, muitos dos quais participantes no TIMSS e no PISA. Sem querer avaliar o desempenho dos alunos na área das Ciências, como aqueles dois, o projecto ROSE pretende recolher informação sobre a educação em Ciências, complementando assim os resultados obtidos no TIMSS e no PISA (ROSE, 2007a).

Em Portugal, o estudo foi implementado em 2004, sob coordenação de José Azevedo (Faculdade de Letras, Universidade do Porto), contando com a participação de 25 escolas, abrangendo alunos a frequentar o 9º ano de escolaridade, com 15 anos de idade (ROSE, 2007b). Os resultados obtidos pelos alunos portugueses, quando comparados com os restantes, não diferem muito no que respeita a aspectos relacionados com a importância da Ciência e da Tecnologia para a Sociedade, onde estes revelam uma opinião positiva (ROSE, 2006a; ROSE, 2006b), relevando, por exemplo, o papel de ambas na descoberta da cura de doenças como a Sida ou o cancro. A maior parte dos alunos oriundos dos países industrializados foi, inclusivamente, de opinião que a Ciência apresenta mais aspectos benéficos que prejudiciais.

Um aspecto comum à maior parte dos alunos participantes prende-se com o facto de estes concordarem que a responsabilidade pela resolução dos problemas associados ao ambiente é de todos os cidadãos, opinião maioritariamente feminina. Contudo, foram também as raparigas a revelarem-se mais cépticas face à possibilidade de a resolução desses problemas ocorrer através da Ciência e da Tecnologia. Mais uma vez parece evidenciar-se a diferença entre rapazes e raparigas no que se refere às atitudes face às Ciências, corroborando estudos já realizados sobre esta temática (Farenga e Joyce, 1999).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1 – Introdução

Neste capítulo, pretende-se apresentar e justificar a metodologia utilizada na investigação. Assim, o capítulo encontra-se dividido em vários sub-capítulos, iniciando-se pela apresentação da síntese da investigação (3.2).

Nos sub-capítulos seguintes, procede-se à caracterização da população e da amostra de alunos participantes no estudo (3.3), selecção e justificação da técnica de recolha de dados utilizada (3.4) e apresentação dos procedimentos relacionados com a elaboração e validação dos instrumentos que lhe serviram de suporte (3.5), incluindo neste âmbito a descrição do estudo piloto (3.6).

O capítulo termina com a explicitação do modo como foram efectivamente operacionalizadas a recolha (3.7) e a análise de dados (3.8).

3.2 – Síntese da investigação

A presente investigação teve como finalidade analisar a importância que os alunos do Ensino Básico atribuem à disciplina de Matemática no ensino de Ciências Físico-Químicas e a influência que lhe conferem no ensino e na aprendizagem desta disciplina.

Neste sentido, foi elaborado um questionário para alunos que frequentassem o 9º ano de escolaridade, uma vez que é neste ano, em resultado dos conteúdos leccionados na disciplina de Ciências Físico-Químicas, que, no Ensino Básico, se verifica uma maior proximidade e relação entre esta e a disciplina de Matemática.

Depois de se proceder à validação do questionário, através de um painel de juizes e de um estudo piloto realizado com uma turma do 9º ano de escolaridade da escola onde a investigadora se encontrava a leccionar, no ano lectivo 2005/2006, a versão final do mesmo foi efectivamente preenchida por 450 alunos do 9º ano de escolaridade, pertencentes a 21 escolas integrantes do Quadro de Zona Pedagógica do Baixo Alentejo/Alentejo Litoral.

como a extensão da população e a limitação temporal para concretização da investigação são muitas vezes impeditivos, como foi o caso, da recolha de informações de toda a população (Cohen *et al.*, 2005), daí a necessidade de se considerar apenas uma parte da mesma, ou seja, uma amostra.

A amostra desta investigação resultou, assim, da consideração de todas as escolas públicas existentes no Quadro de Zona Pedagógica do Baixo Alentejo/Alentejo Litoral, onde se leccionasse o 3º Ciclo do Ensino Básico, num total de 35 escolas, sendo seleccionada, em concreto, uma turma do 9º ano de escolaridade de cada uma delas.

As escolas foram contactadas via postal, ao cuidado dos respectivos Conselhos Executivos. Era-lhes solicitada autorização para a realização da investigação, mediante a aplicação dos questionários a uma das turmas do 9º ano de escolaridade. Das 35 escolas contactadas, 3 recusaram participar, alegando a realização de exames nacionais por parte dos alunos. Foram devolvidos, devidamente preenchidos, os questionários referentes a 21 escolas, num total de 450 elementos, número que constituiu a amostra efectiva desta investigação, perfazendo este 23% da população.

3.3.2 - Caracterização da amostra

A amostra considerada na investigação era constituída, em grande parte, por elementos do sexo feminino (Quadro 2).

Quadro 2: Características gerais da amostra de alunos que participaram na investigação

Características		n	%
Sexo	Masculino	199	44,3
	Feminino	250	55,7
	Não responde	1	0,2
Idade (anos)	De 13 a 15	342	76,0
	De 16 a 19	104	23,1
	Não responde	4	0,9
Retenções	Sim	146	32,4
	Não	304	67,6

Nº de retenções	Uma vez	103	70,5
	Duas vezes	33	22,6
	Mais de três vezes	8	5,5
	Não responde	2	1,4
Retenções por ano de escolaridade	1º ano	1	0,7
	2º ano	10	6,8
	3º ano	8	5,5
	4º ano	12	8,2
	5º ano	7	4,8
	6º ano	18	12,3
	7º ano	50	34,2
	8º ano	39	26,7
	9º ano	49	33,6
	Não responde	2	1,4

Grande número de respondentes encontrava-se dentro da escolaridade obrigatória (76,0%), apresentando a idade normal para frequência do 9º ano de escolaridade, uma vez que a sua média de idades era de 14,9 anos (com um desvio padrão de 1,0). As idades dos participantes no estudo estavam compreendidas num intervalo que variava entre os 13 anos (16 alunos) e os 19 anos (1 aluno).

A constatação de que a média de idades dos inquiridos estava de acordo com a idade esperada para os alunos que frequentam o 9º ano de escolaridade é reforçada pelo facto de a maior parte destes nunca ter repetido nenhum ano de escolaridade (67,6%), como se pode observar no quadro anterior. No caso dos alunos em que isso tinha acontecido, cerca de 70,5% apenas havia repetido uma vez, ao longo de todo o seu percurso escolar. De salientar que a taxa de retenção se apresentava mais elevada no 3º Ciclo, em especial nos 7º e 9º anos de escolaridade. Como disciplinas de retenção os alunos apontaram sobretudo a Matemática, a Língua Portuguesa e o Inglês, destacando-se ainda as Ciências Físico-Químicas.

Um dos objectivos que orientaram esta investigação consistia em pesquisar a existência de eventual relação entre a classificação obtida pelos alunos na disciplina de Matemática e a obtida na disciplina de Ciências Físico-Químicas. Para o avaliar, solicitou-se aos alunos a indicação das

suas classificações nessas disciplinas, no segundo período (Figura 3), do ano lectivo em causa. Optou-se pelas classificações obtidas no segundo período, por duas razões fundamentais: em primeiro lugar, porque em Maio, altura em que responderam aos questionários, os alunos não estavam naturalmente ainda de posse das suas classificações finais; em segundo lugar, por, neste segundo período comparativamente ao primeiro, o professor da disciplina apresentar um conhecimento mais coerente e fidedigno da turma onde já tinha leccionado, em cerca de dois terços do ano lectivo.

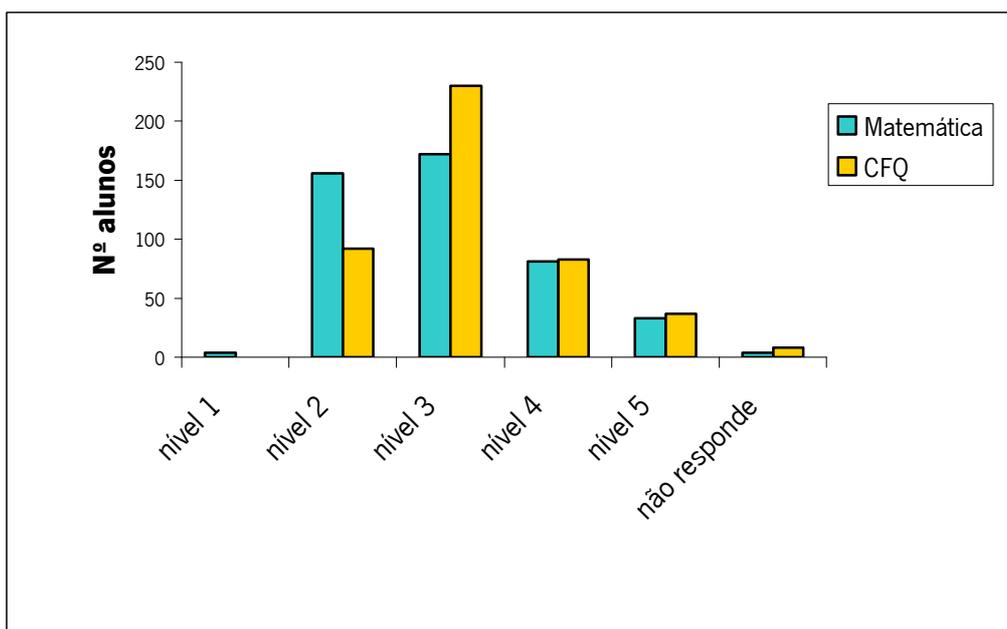


Figura 3 – Níveis atribuídos nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas no 2º período

A moda das classificações obtidas pelos alunos no 2º período nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas situava-se no nível 3. Em termos de média, esta era de 3,0 (desvio padrão = 0,9) em Matemática e 3,2 (desvio padrão = 0,8) em Ciências Físico-Químicas. Parecia assim confirmar-se a percepção generalizada de que, neste ano de escolaridade, e embora o insucesso tenda a afectar significativamente as duas disciplinas, afecta em especial a Matemática. É de notar, pela análise da figura, a forte semelhança nas classificações referentes aos níveis 4 e 5 nas duas disciplinas, parecendo esse facto indiciar, pelo menos no que toca a esta gama de classificações, a existência de algum grau de relação directa entre o nível de sucesso em ambas.

3.4– Selecção dos métodos de investigação

Tendo em consideração os objectivos que se pretendiam atingir com o estudo, e uma vez que a amostra disponível comportava um elevado número de sujeitos, seleccionou-se, como método de recolha de dados, o inquérito por questionário. Trata-se de um procedimento metodológico que se apresenta útil na compreensão de fenómenos como as atitudes e as opiniões, podendo ser utilizado em qualquer lugar e em larga escala (Ghiglione e Matalon, 1997).

3.4.1 - O inquérito por questionário

A técnica do questionário revela-se um bom meio para obter, por parte dos investigadores, a informação relativa a opiniões, atitudes e conhecimentos relacionados com os sujeitos que constituem a amostra em estudo. A sua utilização é particularmente vantajosa quando a amostra que se pretende abranger é extensa e/ou geograficamente dispersa, o que se verificou na presente investigação. Além disso, e vários são os autores que o referem (Ghiglione e Matalon, 1997; Tuckman, 2000; Hill e Hill, 2005), trata-se de um procedimento cómodo e económico, em especial quando existem limitações temporais; além disso, permite o anonimato ao respondente e este não se sente influenciado pelo investigador no momento em que se procede à recolha de dados. Por outro lado, o uso do questionário numa recolha de dados pode também apresentar algumas desvantagens, como, por exemplo, uma fraca taxa de retorno ou limitação na formulação de questões (tipo e número) e consequente limitação na obtenção de respostas, pois um questionário demasiado extenso pode desenvolver a desmotivação no respondente. O próprio respondente pode não contar com o esclarecimento de dúvidas por parte do investigador, se este não estiver presente. Relativamente ao uso do questionário, pode ainda apresentar-se como desvantagem o facto de os respondentes responderem com o desejo de criarem uma impressão favorável e, muitas vezes, maior aceitabilidade social. Neste caso, os dados assim obtidos podem não reflectir fielmente o que o sujeito pensa ou faz, mas o que seria mais correcto pensar ou fazer, para a sociedade em geral.

3.5– Instrumentos: elaboração e validação

Neste ponto apresenta-se uma descrição do modo como se procedeu à elaboração e validação do questionário.

3.5.1 - Elaboração do questionário

Todas as vantagens e desvantagens acerca do uso dos questionários numa investigação, anteriormente referidas, foram tidas em conta aquando da elaboração do questionário que se utilizou neste estudo, tendo o cuidado de se minorar as desvantagens. Quando se elabora um questionário, deve-se, nomeadamente, começar por definir quais os objectivos que se pretendem alcançar com a sua administração (Cohen *et al.*, 2005) e tentar adequar o instrumento aos potenciais respondentes. Assim, e de acordo com as características da amostra seleccionada, foi elaborado um questionário constituído por três partes (Anexo 1), onde se tentou que a formulação das questões fosse clara e adaptada aos inquiridos, procurando apresentar questões com significado claro, sem ambiguidades e em número adequado, em termos de extensão, para não criar desmotivação nos respondentes e para facilitar ao mesmo tempo o seu envio e posterior devolução. A apresentação gráfica do questionário foi também um dos aspectos tidos em consideração, nomeadamente na aparência estética e na explicitação das instruções de preenchimento, sempre que se alterou a forma de pergunta.

Na Parte I do questionário, pretendia-se obter informações que permitissem caracterizar a amostra da investigação, incluindo questões de carácter pessoal e escolar, relacionadas com os seguintes aspectos:

- idade;
- sexo;
- eventual retenção durante o percurso escolar;
- indicação do ano de escolaridade em que a retenção ocorreu.

As Partes II e III do questionário eram constituídas por questões fechadas, utilizando duas escalas diferentes, escala tipo Likert (Parte II) e escala diferencial semântica (Parte III). Qualquer uma destas escalas pode revelar-se uma mais valia na recolha de dados, nomeadamente no

caso de amostras extensas, pois permitem maior rapidez a preencher o questionário, sendo também mais simples de codificar para posterior tratamento e análise estatística. Contudo, não permitem a explicitação, por parte do respondente, da categoria seleccionada, e mesmo as categorias podem não se revelar tão exaustivas como desejado (Tuckman, 2000; Cohen *et al.*, 2005).

Partindo da revisão da literatura efectuada, e tendo em consideração os objectivos da investigação, a Parte II do questionário apresentava, em concreto, 29 itens, os quais incidiam sobre três dimensões fundamentais para o estudo e, por isso, estruturantes do questionário: (1) A imagem dos alunos sobre a disciplina de Ciências Físico-Químicas, (2) A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas e (3) A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Aos respondentes era-lhes solicitado, através da utilização de uma escala tipo Likert de cinco níveis, a indicação do seu grau de concordância ou discordância relativamente a cada uma das afirmações apresentadas, usando, em concreto, a seguinte codificação:

- 1-Discordo totalmente;
- 2-Discordo;
- 3-Não discordo nem concordo;
- 4-Concordo;
- 5-Concordo totalmente.

Alguns dos itens estavam formulados no sentido positivo e outros no sentido negativo, com o objectivo de se poder controlar a coerência de resposta.

Este tipo de escala é muito utilizado em estudos que envolvem a identificação de atitudes (Ogunsola-Bandele, 1996; Angell *et al.*, 2004) e, no caso desta investigação, permitiu avaliar o grau de concordância dos alunos, no que respeita às suas imagens e representações sobre diversos aspectos da disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Na Parte III utilizou-se, como antes se assinalou, uma escala baseada na técnica do diferencial semântico, técnica de medida de atitudes desenvolvida por Osgood e colaboradores, a qual permite a avaliação de atitudes tendo por base uma escala semântica contínua, onde os extremos são dois adjectivos opostos ou expressões adjectivadas (Neto, 1998).

Esta parte era composta por três grandes questões que, globalmente, pretendiam caracterizar as atitudes que os alunos evidenciavam relativamente às disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Matemática e a forma como valorizavam a relação entre elas. A escala apresentava como resposta, para cada uma das questões, onze adjectivos bipolares, a saber:

- importante/não importante
- agradável/desagradável
- simples/complexa
- boa/má
- fácil/difícil
- motivante/desmotivante
- interessante/desinteressante
- útil/inútil
- necessária/desnecessária
- calma/enervante
- indispensável/dispensável

Os adjectivos estavam separados por sete espaços, em que o valor 1 corresponderia ao pólo negativo extremo e o valor 7 ao pólo positivo extremo, tendo o aluno de assinalar a sua opção na referida escala, em cada um dos itens apresentados.

Este tipo de escala, sendo fácil de elaborar e de responder, apresenta, todavia, algumas desvantagens, na opinião dos autores que desenvolveram a técnica, e que remetem para o facto de esta medir aspectos relacionados com sentimentos, não sendo, contudo, estes os únicos que determinam o significado, neste caso, das disciplinas (Neto, 1998).

Apesar disso, esta escala foi utilizada como forma de complementar as informações que seriam recolhidas com o sub-questionário da Parte II.

3.5.2 - Validação do questionário

Após a elaboração da versão inicial do questionário, o mesmo foi apresentado a um painel de juízes, para ser submetido a um processo de validação de conteúdo, sendo-lhes fornecido, juntamente com o questionário em análise, um guia de validação e a matriz do questionário

(Anexo 1). O painel de juizes era constituído por dois professores do ensino superior universitário, especialistas em Didáctica das Ciências, e dois professores de Ciências Físico-Químicas do Ensino Básico e Secundário de reconhecida competência profissional, tendo-lhes sido solicitado parecer sobre a compreensão global, clareza, pertinência, dimensão e apresentação gráfica do questionário. Se considerassem oportuno poderiam ainda apresentar algumas sugestões.

A apreciação realizada pelo referido painel revelou-se bastante positiva, tendo sido apenas propostas algumas alterações, nomeadamente a inclusão na Parte I da solicitação para os alunos indicarem quais as disciplinas onde tinham sofrido retenção, bem como as classificações obtidas nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas, no primeiro e segundo períodos. Na Parte II do questionário foram sugeridas alterações nos itens 4, 8 e 16, passando estes a ter, respectivamente, a seguinte formulação: “*A disciplina de CFQ vai influenciar a escolha da minha futura profissão*”, “*A linguagem utilizada em CFQ é complicada*” e “*A Física e a Química são muito abstractas*”. Na Parte III o adjectivo *complexa* foi substituído pelo adjectivo *complicada*. Estas alterações conduziram à versão do questionário utilizada posteriormente no estudo piloto (Anexo 2).

3.6 – Estudo piloto

É importante, em qualquer estudo desta natureza, a testagem prévia dos instrumentos de recolha de dados, para, desta forma, se obter informações referentes ao tempo de resposta do público-alvo, compreensão de questões e identificação de alguma questão que não transmita dados relevantes. Essa testagem deverá assim ser realizada com um grupo de respondentes possuindo características semelhantes à amostra do estudo (Bell, 2004), critério que contribui para aumentar a fiabilidade da validação que ela proporciona. Foi nesse sentido que, para o efeito, se optou por seleccionar uma turma do 9º ano de escolaridade da escola onde a investigadora leccionava. Deste modo, foi possível identificar, na presença da investigadora, as dificuldades que os alunos apresentavam no preenchimento do questionário e o tempo que demoravam a fazê-lo. Uma vez que os alunos não revelaram qualquer dificuldade no preenchimento do questionário e o tempo médio de resposta foi de 15 minutos, optou-se por não se proceder a qualquer alteração no mesmo.

Das alterações realizadas, em função das propostas do painel de juizes, e depois de aplicado o questionário no estudo piloto, resultou a versão final do instrumento (Anexo 2), a qual foi aplicada no estudo principal.

3.7 – Recolha de dados

A recolha de dados, efectuada através da aplicação do questionário (Anexo 2), decorreu durante o terceiro período do ano lectivo 2005/2006. Os questionários foram enviados por correio para as 35 escolas a partir das quais se constituiu a amostra inicial de alunos do 9º ano a inquirir, dirigidos aos respectivos Presidentes dos Conselhos Executivos, com uma carta de apresentação (Anexo 3). Nessa carta eram explicitados os objectivos da investigação, sendo ainda solicitado que os questionários fossem entregues a um dos professores de Ciências Físico-Químicas, para administração numa turma do 9º ano de escolaridade. Aos professores era-lhes também dirigida uma carta de apresentação (Anexo 4), identificando os objectivos da investigação e clarificando o procedimento a ter em conta após o preenchimento dos mesmos, ou seja, a posterior devolução através de um envelope selado e endereçado que também era enviado, juntamente com os questionários.

Das escolas contactadas, três não acederam a participar, justificando tal decisão com a proximidade da realização dos exames nacionais. O facto de as aulas do 9º ano de escolaridade terminarem mais cedo do que as dos restantes anos limitou o prazo para preenchimento dos questionários. Contudo, as escolas foram sensibilizadas para este facto, através de uma mensagem electrónica que lhes foi enviada. No final do prazo estipulado, 21 escolas tinham devolvido os questionários devidamente preenchidos, garantindo assim uma amostra efectiva de 450 respondentes.

3.8 – Tratamento de dados

Recolhidos os dados, estes foram sujeitos a um tratamento estatístico com o programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), dado que a amostra deste estudo pôde ser considerada razoável, em termos de extensão e de alguma representatividade.

O passo seguinte caracterizou-se pela determinação da validade e fiabilidade do questionário, aspecto importante a ter em consideração, quando se procede à construção e

aplicação de um questionário para medir atitudes (ou outro tipo de variável similar) (Hill e Hill, 2004).

No que tem a ver com a validade, esta pode reflectir-se no próprio questionário. Um instrumento (neste caso um questionário) apresenta validade se realmente conseguir medir aquilo que se propõe medir e com a maior abrangência possível. De facto, quanto mais representativos e ajustados ao conceito a medir forem os itens de um questionário, maior pode ser considerada a validade da evidência empírica que dele pode ser derivada (Tuckman, 2000).

Em relação à fiabilidade, a mesma pode ser estimada determinando o coeficiente alfa (α) de Cronbach (Hill e Hill, 2004).

3.8.1 – Procedimentos para análise dos dados

Sub-questionário Parte I

Para se proceder à caracterização da amostra, os dados referentes à Parte I do questionário foram tratados em termos de frequência ou média, no que respeita a variáveis como género, idade, retenções e classificações obtidas em Ciências Físico-Químicas e Matemática.

Numa fase posterior, procedeu-se ainda à pesquisa de diferenças estatísticas entre as amostras de dados e de eventuais relações entre as variáveis, recorrendo, consoante os casos, ao Teste t de Student, ao Teste do Qui Quadrado, à análise da variância (ANOVA I), incluindo esta análises *post hoc*, a partir da aplicação do teste de Tukey. Foram ainda pesquisadas algumas relações e alguns cruzamentos de dados, sendo estipulado como limite de significância estatística o valor de 0,05, valor que, em geral, é o convencionado no campo das Ciências Humanas e Sociais.

O teste t de Student permite comparar, estatisticamente, as médias de uma variável para duas amostras de dados, possuindo uma versão para amostras independentes (a utilizada neste estudo) e outra para amostras emparelhadas (Pereira, 2004). Este teste foi, por exemplo, utilizado para comparar diferenças entre rapazes e raparigas, no que respeita à idade e ao número de retenções.

O teste do Qui-Quadrado permite, por sua vez, verificar se duas variáveis nominais estarão ou não relacionadas (Maroco, 2003; Pereira, 2004), tendo sido utilizado na identificação da existência de possível relação entre a variável género (nominal) e as variáveis retenção em Matemática e retenção em Ciências Físico-Químicas (consideradas como tal).

Um dos modelos estatísticos a que também se recorreu neste estudo foi a análise da variância a um factor (ANOVA I) (Maroco, 2003; Pereira, 2004), a qual, podendo, em certa medida, considerar-se uma extensão do teste *t* de Student, permite comparar as médias de mais do que duas amostras de dados, formadas a partir de uma dada variável independente (ou factor), numa dada variável dependente, medida a nível métrico.

Em concreto este tipo de análise foi aplicada, neste estudo, a todos os itens das Partes II e III do questionário e às classificações obtidas nas disciplinas de Matemática e de Ciências Físico-Químicas (1º e 2º períodos), no sentido de pesquisar eventuais diferenças entre as amostras de dados em causa.

Sub-questionário Parte II

Para se proceder à análise dos dados obtidos na Parte II do questionário, atribuiu-se um valor numérico a cada um dos pontos que compõem a escala tipo Likert utilizada nos itens aí apresentados, para identificação das atitudes/opiniões dos alunos inquiridos. Assim, considerou-se a resposta *Concordo Totalmente* como indicando uma atitude mais positiva, fazendo-lhe corresponder o valor numérico 5. A resposta *Discordo Totalmente* foi, ao contrário, considerada como reflectindo a atitude menos positiva, atribuindo-se-lhe o valor numérico 1. Os valores numéricos 4, 3 e 2 correspondem a atitudes progressivamente menos positivas. Nas situações em que a formulação do item em causa ocorreu de forma negativa, procedeu-se à inversão do valor numérico atribuído. Tal aconteceu nos itens 3, 5, 6, 8, 14, 16, 17, 21, 22, 25, 26 e 29.

Os 29 itens que compunham esta parte do questionário foram formulados, tal como referido na secção 3.5.1, segundo três dimensões em que, teoricamente, se previa ser possível agrupá-los, como se pode observar no Quadro 3.

Quadro 3: Agrupamento previsível dos itens do sub-questionário Parte II

Dimensões	Itens
A – A imagem dos alunos sobre a disciplina de Ciências Físico-Químicas;	1, 4, <u>7</u> , 10, 13, <u>15</u> , 17, 22 e 29
B – A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas;	3, 5, 8, <u>11</u> , <u>12</u> , 16, 20, 25 e <u>27</u>
C – A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas.	2, 6, 9, 14, 18, <u>19</u> , 21, 23, <u>24</u> , 26 e 28

Na formulação destes itens teve-se o cuidado de contornar, o mais possível, os enviesamentos decorrentes de ambiguidades sempre presentes. Como salienta Bell (2004), o modo como os itens são apresentados pode suggestionar os respondentes nas suas respostas, prejudicando a validade do questionário e da própria investigação em si.

Depois da aplicação do questionário à amostra definida para o estudo, na análise global dos dados apenas foram considerados 22 dos 29 itens, tendo sido retirados os restantes (itens sublinhados no Quadro 3), devido ao modo como estes estavam formulados. Estes itens comparavam a componente de Física com a de Química, ao passo que os restantes correspondiam a afirmações directamente relacionadas com estas componentes. Deste modo, os dados obtidos com estes itens poderiam influenciar, de forma negativa, a análise de dados global, comprometendo assim a sua interpretação. Posteriormente estes mesmos itens foram analisados e comparados com a análise global.

A validade desses 22 itens foi testada recorrendo a uma análise factorial de componentes principais com rotação Direct Oblimin, realizando-se os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de Esfericidade de Bartlett, que permitiram verificar se a análise factorial era válida para as variáveis seleccionadas (Pereira, 2004). O teste KMO apresentou o valor de 0,8, o qual, de acordo com as respectivas tabelas de análise de componentes principais (Maroco, 2003; Pereira, 2004), reconhece a análise factorial válida e, conseqüentemente, executável. Em relação ao teste de Esfericidade de Bartlett, obteve-se um nível de significância de 0,000, o que vem corroborar esta validade e confirmar que as variáveis eram correlacionáveis.

Da análise de componentes principais realizada obtiveram-se três factores, com valores próprios superiores à unidade, o que correspondeu a 41,0% da variância total. Este valor, apesar de baixo, poderá ser considerado razoável, uma vez que, de acordo com Maroco (2003, p.248), quando uma investigação envolve sujeitos como os que são tipificados pelos alunos, “2 ou 3

componentes não conseguem explicar muito mais do que 50% da variabilidade total”. Esta decisão foi ainda apoiada na análise do “Scree plot” correspondente.

No Quadro 4 apresentam-se os pesos dos itens em cada um dos factores extraídos.

Quadro 4: Peso dos itens do questionário nos factores obtidos após rotação Direct Oblimin

Item	Factor I	Factor II	Factor III
II.13	,786		
II.20	,671		
II.10	,660		
II.1	,587		
II.4	,566		
II.16		,652	
II.25		,610	
II.8		,578	
II.22		,566	
II.29		,545	
II.5		,500	
II.18		,500	
II.6		,490	
II.17		,409	
II.3		,288	
II.28			,670
II.14			,634
II.9			,623
II.26			,568
II.23			,559
II.2			,461
II.21			,457

A análise do agrupamento que se verificou nestes itens em resultado da aplicação da análise de componentes principais apontou, em síntese, para a consideração das três dimensões a seguir explicitadas, resultantes da apreciação cruzada da investigadora com um dos elementos do painel de especialistas:

Dimensão I – A imagem dos alunos sobre a utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas;

Dimensão II – A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas;

Dimensão III – A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

O resultado da análise efectuada veio, na sua essência, ao encontro das dimensões previstas aquando da elaboração do questionário e ilustradas no Quadro 3. O agrupamento previsto dos itens, realizado de um modo algo intuitivo, embora com fundamentação na literatura, pouco difere, em suma, do que resultou da análise de componentes principais, como se pode ver no quadro seguinte:

Quadro 5: Quadro comparativo entre o agrupamento de itens previsto e o agrupamento obtido pela análise de componentes principais

Agrupamento de itens previsto		Agrupamento de itens obtido após análise de componentes principais	
Dimensão	Itens	Dimensão	Itens
A – A imagem dos alunos sobre a disciplina de Ciências Físico-Químicas;	1, 4, 10, 13, 17, 22 e 29	I – A imagem dos alunos sobre a utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas;	1, 4, 10, 13 e 20
B – A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas;	3, 5, 8, 16, 20 e 25	II – A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas;	3, 5, 6, 8, 16, 17, 18, 22, 25 e 29
C – A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas.	2, 6, 9, 14, 18, 21, 23, 26 e 28	III – A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas.	2, 9, 14, 21, 23, 26 e 28

Os aspectos a que as dimensões se referem foram, todavia, ligeiramente alterados em função do agrupamento de itens efectivamente obtido, por se ter considerado que este reflectiria mais fielmente a realidade investigada. Alguns itens surgem, assim, em dimensões diferentes da prevista, como é o caso dos itens *6* e *18* que foram incluídos na dimensão *A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas*, em virtude de apresentarem maior peso nesta.

No que respeita à fiabilidade deste sub-questionário, particularmente no que se refere à consistência interna do mesmo, procedeu-se à determinação do coeficiente alfa (α) de Cronbach. No Quadro 6 apresentam-se os valores desse coeficiente para o sub-questionário considerado na sua globalidade e para cada uma das suas componentes ou dimensões.

Quadro 6: Coeficiente de consistência interna do sub-questionário Parte II

Dimensão	Coeficiente α
Dimensão I	0,7
Dimensão II	0,7
Dimensão III	0,7
TOTAL	0,8

Tendo em conta os indicadores representados no Quadro 6, em particular o valor obtido para o coeficiente de consistência interna do instrumento global aqui em causa (0,8), pode afirmar-se que a fiabilidade do mesmo se apresentava de um modo geral boa, enquanto que os coeficientes de cada uma das dimensões apresentavam um valor considerado razoável (Hill e Hill, 2004).

Sub-questionário Parte III

No que tem agora a ver com a Parte III do questionário da investigação, a mesma, como já foi referido na secção 3.5.1, era constituída por três grandes questões que apresentavam uma escala baseada no diferencial semântico, com onze adjectivos bipolares. Este sub-questionário foi sujeito a um processo de validação semelhante ao do sub-questionário anterior, envolvendo igualmente uma análise factorial de componentes principais, para cada uma das questões apresentadas.

Da análise factorial de componentes principais com rotação Direct Oblimin, resultou a extracção de dois factores. Nesta análise também se realizaram os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de Esfericidade de Bartlett. Os testes de KMO apresentaram um valor superior a 0,9, em cada uma das questões, podendo assim considerar-se uma análise Muito Boa (Maroco, 2003; Pereira, 2004) e o valor do nível de significância obtida no teste de Esfericidade de Bartlett foi de 0,000. As variáveis deste sub-questionário são por isso correlacionáveis.

Tal como referido foram extraídos dois factores na análise de cada uma das questões que cobrem diferentes valores de variância total, como se pode verificar no Quadro 7. A escala utilizada pode, assim, ser considerada uma escala bi-dimensional.

**Quadro 7: Percentagem de variância total dos factores extraídos por
Análise de Componentes Principais**

Variável	% de variância total
Questão 1	74,1
Questão 2	82,7
Questão 3	79,5

Apesar de se terem obtidos valores diferentes em cada uma das questões, estes constituem uma percentagem de variância total razoável, destacando-se o valor obtido na questão 2 como o mais elevado e o obtido na questão 1 como o menor.

O agrupamento dos diferentes itens, por cada um dos factores extraídos, resultou de uma análise ao peso que cada um desses mesmos itens apresentava, em cada um dos factores. Essa análise ocorreu em cada uma das questões, o que nos permitiu garantir com maior rigor a escolha que daí resultou. O peso de cada item em cada factor e para cada uma das questões está apresentado no Quadro 8.

**Quadro 8: Peso dos itens do sub-questionário (Parte III) nos dois factores obtidos
após rotação Direct Oblimin**

Item	Adjectivos Bipolares	Questão 1		Questão 2		Questão 3	
		Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
III.1	importante/não importante		0,712		0,643		0,615
III.2	agradável/desagradável	0,456		0,812		0,788	
III.3	simples/complicada	0,966		1,022		1,002	
III.4	boa/má	0,605		0,778		0,835	
III.5	fácil/difícil	0,948		1,000		0,994	
III.6	motivante/desmotivante	0,575		0,860		0,849	
III.7	interessante/desinteressante		0,629		0,722		0,732
III.8	útil/inútil		1,000		0,938		0,963

III.9	necessária/desnecessária		0,951		0,980		0,894
III.10	Calma/enervante	0,572		0,803		0,717	
III.11	indispensável/dispensável		0,732		0,810		0,817

Da análise do quadro precedente, ressalta o agrupamento de itens verificado nas questões 2 e 3, o qual se apresenta idêntico, tendo-se assim optado por este. A mesma análise sugere a definição de duas dimensões que, igualmente após negociação cruzada, ficaram assim designadas:

Dimensão A – Interesse

Dimensão B – Relevância

A consistência interna dos três componentes deste sub-questionário foi estimada recorrendo à determinação do coeficiente α de Cronbach, apresentando-se os indicadores correspondentes no Quadro 9.

Quadro 9: Coeficientes de consistência interna do sub-questionário Parte III

Variável	Coeficiente α		
	Total	Dimensão A	Dimensão B
Questão 1	0,9	0,9	0,9
Questão 2	1,0	1,0	0,9
Questão 3	1,0	1,0	0,9

Os coeficientes de consistência interna obtidos, quer na análise global, quer em cada uma das dimensões definidas em cada uma das questões, apresenta valores considerados excelentes (Hill e Hill, 2004), o que nos garante uma fiabilidade muito boa em relação a este instrumento de recolha de dados.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1- Introdução

Neste capítulo, são apresentados e interpretados os resultados obtidos nesta investigação, à luz dos objectivos que a conduziram.

Em primeiro lugar é analisada a imagem dos alunos em relação à disciplina de Ciências Físico-Químicas, incluindo a sua relação com a Matemática, mediante os dados obtidos na Parte II do questionário (4.2).

Em seguida, são analisados, de um modo global, as atitudes que os alunos evidenciavam face à disciplina de Ciências Físico-Químicas, à disciplina de Matemática e à relação entre ambas, de acordo com os dados da Parte III do questionário (4.3).

Por fim, procede-se a uma análise comparativa cruzada dos dados obtidos a partir das diferentes partes do questionário aplicado, tentando pesquisar variáveis eventualmente diferenciadoras (como o género, por exemplo) dos resultados extraídos (4.4).

4.2 – A disciplina de Ciências Físico-Químicas e a imagem que os alunos dela fazem

Como foi descrito no capítulo anterior, o questionário utilizado nesta investigação (Anexo 2) era constituído por três partes distintas. A Parte I serviu, numa primeira fase, essencialmente para se proceder à caracterização dos respondentes. Numa fase subsequente, alguns dos dados a partir dela recolhidos serviram para operacionalizar diversas variáveis (como a idade ou o género) que vieram a revelar-se de grande utilidade nas análises posteriores.

Após a análise factorial de componentes principais descrita no sub-capítulo 3.8.1, 22 dos itens que constituíam a Parte II do sub-questionário foram agrupados em três dimensões, validadas estatisticamente na base da evidência empírica recolhida e, por isso, traduzindo mais fielmente a realidade em estudo do que quaisquer suposições teóricas e abstractas, ainda que legítimas, sobre essa realidade. Essas dimensões foram, concretamente, as seguintes:

- A imagem dos alunos sobre a utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas;
- A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas;
- A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

A Figura 4 apresenta, em jeito de comparação, a média obtida pelos respondentes em cada um dos itens antes considerados. Da observação da figura ressalta que, à excepção do que acontecia nos itens 3, 4, 6 e 23, os respondentes apresentavam relativamente aos restantes uma imagem positiva, pois o seu posicionamento tendia nestes para um valor acima de 3 (ponto médio da escala utilizada).

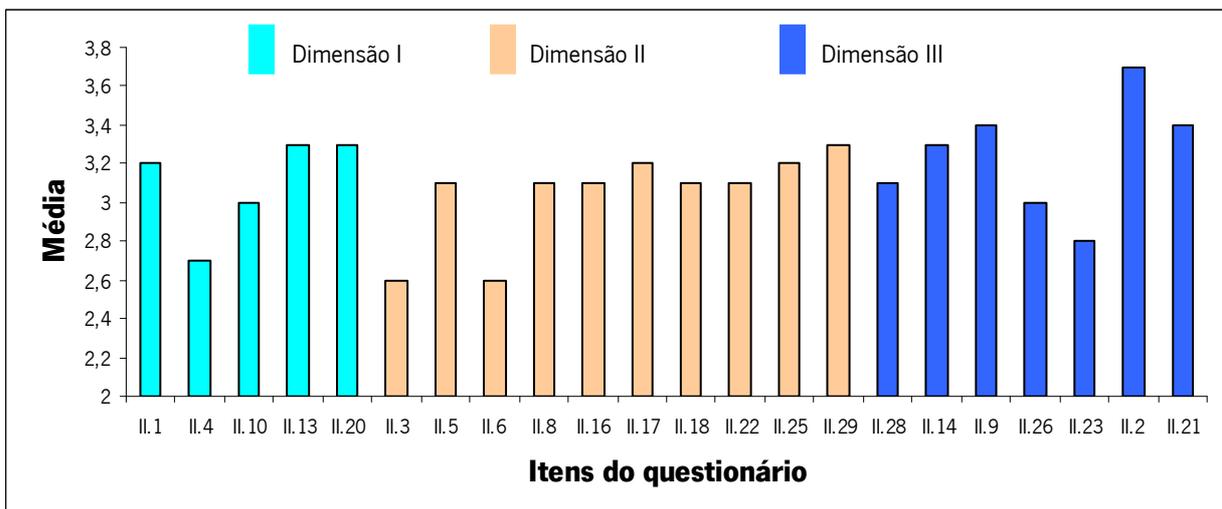


Figura 4: Médias obtidas nos itens do sub-questionário – Parte II

Os itens valorizados mais negativamente foram o 3, 4, 6 e 23. Da sua análise deduz-se que a maioria dos alunos inquiridos inclinar-se-ia para considerar que a disciplina de Ciências Físico-Químicas é muito teórica (item 3) e que esta disciplina não terá influência decisiva na escolha da sua futura profissão (item 4). Os alunos foram ainda de opinião que em Ciências Físico-Químicas são utilizados demasiados conhecimentos matemáticos (item 6) e que esse facto acaba por tornar esta disciplina menos interessante (item 23).

Dos itens valorizados de forma positiva destaca-se a importância que os alunos pareceram atribuir à Matemática na compreensão dos conteúdos de Ciências Físico-Químicas (item 2). Algumas das respostas aos itens do questionário pareceram, por outro lado, indicar que os alunos ainda não teriam formulado uma opinião definida no que se refere à importância da

disciplina de Ciências Físico-Químicas na melhoria das condições de vida das pessoas (item 10) ou sobre a influência do cálculo no seu desempenho nesta mesma disciplina (item 20). De facto, os resultados obtidos nestes itens apontam para uma atitude fundamentalmente neutra por parte dos alunos, uma vez que a sua posição propendeu, em média, para o valor 3, sendo este o ponto médio da escala.

A imagem dos alunos sobre a utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas

Após a análise de componentes principais, esta dimensão ficou, como vimos, constituída pelos itens 1, 4, 10, 13 e 20. Na generalidade, os alunos apresentaram uma opinião positiva face à utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas, como se pode observar no Quadro 10.

**Quadro 10: Médias obtidas pelos alunos na dimensão
A imagem sobre a utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas**

Item	Média	Desvio padrão
1. A disciplina de CFQ aborda temas relacionados com a vida quotidiana.	3,2	1,0
4. A disciplina de CFQ vai influenciar a escolha da minha futura profissão.	2,7	1,3
10. O que se aprende em CFQ é muito importante para a melhoria das condições de vida das pessoas.	3,0	0,9
13. Os assuntos abordados em CFQ são interessantes.	3,3	1,0
20. Os assuntos abordados em CFQ são acessíveis.	3,3	0,9

Destes itens apenas se destaca dos restantes o item 4, com um valor inferior a 3. Apesar de se tratar de um valor abaixo do ponto médio da escala, este está bastante próximo, o que poderá indiciar alguma indecisão, a nosso ver compreensível, revelada pelos alunos desta idade e neste estágio da sua escolarização, no que tem a ver com o seu futuro profissional.

Pela média apresentada, os alunos pareceram tender a possuir representações positivas em relação aos temas abordados na disciplina, por estes estarem relacionados com a vida quotidiana e por serem interessantes e acessíveis.

A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas

Na sua generalidade, os valores das médias apresentadas pelos alunos nos itens 3, 5, 6, 8, 16, 17, 18, 22, 25 e 29, referentes à dimensão II do sub-questionário, pareceram revelar opiniões positivas sobre aspectos diversos das aulas de Ciências Físico-Químicas e do processo de ensino e aprendizagem que nelas vivenciavam (Quadro 11).

**Quadro 11: Médias obtidas pelos alunos na dimensão
*A imagem sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas***

Item	Média	Desvio padrão
3. A disciplina de CFQ é muito teórica.	2,8	0,9
5. Os assuntos abordados nas aulas de CFQ são muito abstractos.	3,1	0,9
6. Em CFQ são utilizados demasiados conhecimentos matemáticos.	2,6	1,0
8. A linguagem utilizada em CFQ é complicada.	3,1	1,0
16. A Física e a Química são muito abstractas.	3,1	0,8
17. A maior parte dos assuntos abordados em CFQ tem pouca utilidade para a vida real.	3,2	1,0
18. O meu desempenho em Matemática tem influência na disciplina de CFQ.	3,1	1,1
22. Os professores de CFQ são muito exigentes.	3,1	1,0
25. Os termos usados pelos professores de CFQ são difíceis de compreender.	3,2	0,9
29. Os assuntos abordados nas aulas de CFQ não me atraem.	3,3	1,1

Nesta dimensão encontram-se dois dos itens que apresentavam uma média mais baixa, quando comparados com os valores obtidos nos restantes itens, correspondendo a factores que poderão dificultar a aprendizagem dos alunos na disciplina de Ciências Físico-Químicas: por um lado, o facto de a disciplina tender a ser considerada muito teórica pelos alunos (item 3) e, por outro, os problemas associados ao uso dos conhecimentos matemáticos (item 6).

A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas

Os itens 2, 9, 14, 21, 23, 26 e 28 encontram-se agrupados na Dimensão III, a qual pretende reflectir a relação específica da Matemática com a disciplina de Ciências Físico-Químicas. Trata-se da dimensão que apresenta os valores de média genericamente mais elevados (itens 2, 9 e 21), evidência que permite admitir que os alunos consideravam importante a Matemática como ajuda na compreensão dos conceitos de Ciências Físico-Químicas (Quadro 12).

**Quadro 12: Médias obtidas pelos alunos na dimensão
*A imagem sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas***

Item	Média	Desvio padrão
2. A Matemática é uma disciplina imprescindível para compreender os conteúdos de CFQ.	3,7	1,0
9. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ ajuda na compreensão dos assuntos abordados.	3,4	1,0
14. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ prejudica a minha aprendizagem nesta disciplina.	3,3	1,1
21. A Matemática é pouco importante para a compreensão dos conceitos físicos ou químicos.	3,4	1,0
23. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ torna-a mais interessante.	2,8	1,0
26. O meu desempenho em CFQ seria melhor se não fosse necessário utilizar o cálculo.	3,0	1,2
28. A disciplina de Matemática ajuda-me a compreender os conceitos de CFQ.	3,1	1,0

De destacar, todavia, o item 23, pelo seu valor bastante inferior às médias apresentadas nos restantes itens, facto que poderá indiciar que, na opinião dos alunos, a Matemática pode provocar desinteresse pela disciplina de Ciências Físico-Químicas, em contraste com a análise anterior (útil na compreensão dos conceitos).

Quando se procedeu à análise global dos dados obtidos no questionário, foram retirados os itens 7, 11, 12, 15, 19, 24 e 27, pelas razões explicadas no sub-capítulo 3.8.1.

Uma análise específica a estes itens permitiu extrair algumas inferências, a nosso ver relevantes, em particular nos itens 7 e 15.

Os resultados apurados para estes dois itens parecem, na verdade, traduzir uma coerência de resposta por parte dos alunos, os quais tenderam a admitir que a Química era para eles mais interessante do que a Física, apesar de, na globalidade, considerarem esta componente também interessante (item 13).

Da análise aos itens 12 e 27 pode, porventura, ser inferida a dificuldade que os alunos parecem demonstrar pelos assuntos abordados na parte de Física.

Por último, os itens 11, 19 e 24 apresentam valores que indiciam que as dificuldades que os alunos dizem sentir se relacionam com o uso de conhecimentos matemáticos na componente de Física. Este aspecto já tinha sido detectado na análise do item 23, apesar de os próprios alunos reconhecerem a necessidade desses mesmos conhecimentos na compreensão dos conteúdos da disciplina de Ciências Físico-Químicas.

4.3 – A disciplina de Ciências Físico-Químicas: do que os alunos sentem ao que valorizam

A escala de diferencial semântico utilizada na última parte do questionário desta investigação era, como foi oportunamente explicado no sub-capítulo 3.8.1, em cada uma das três componentes consideradas, composta por 11 adjectivos bipolares, os quais, na sequência da análise então igualmente explicitada, foram distribuídos por duas dimensões que, genericamente, designámos de “**Interesse**” e “**Relevância**”. Neste sub-questionário, composto por três grandes questões, os alunos teriam de assinalar a sua opção na escala de sete pontos, pelo que se considera, na sua análise, que 3,5 corresponde ao ponto médio.

Atitudes dos alunos face à disciplina de Ciências Físico-Químicas

A primeira questão era relativa às atitudes evidenciadas pelos alunos relativamente à disciplina de Ciências Físico-Químicas. A Figura 5 apresenta as médias obtidas em cada um dos itens envolvidos.

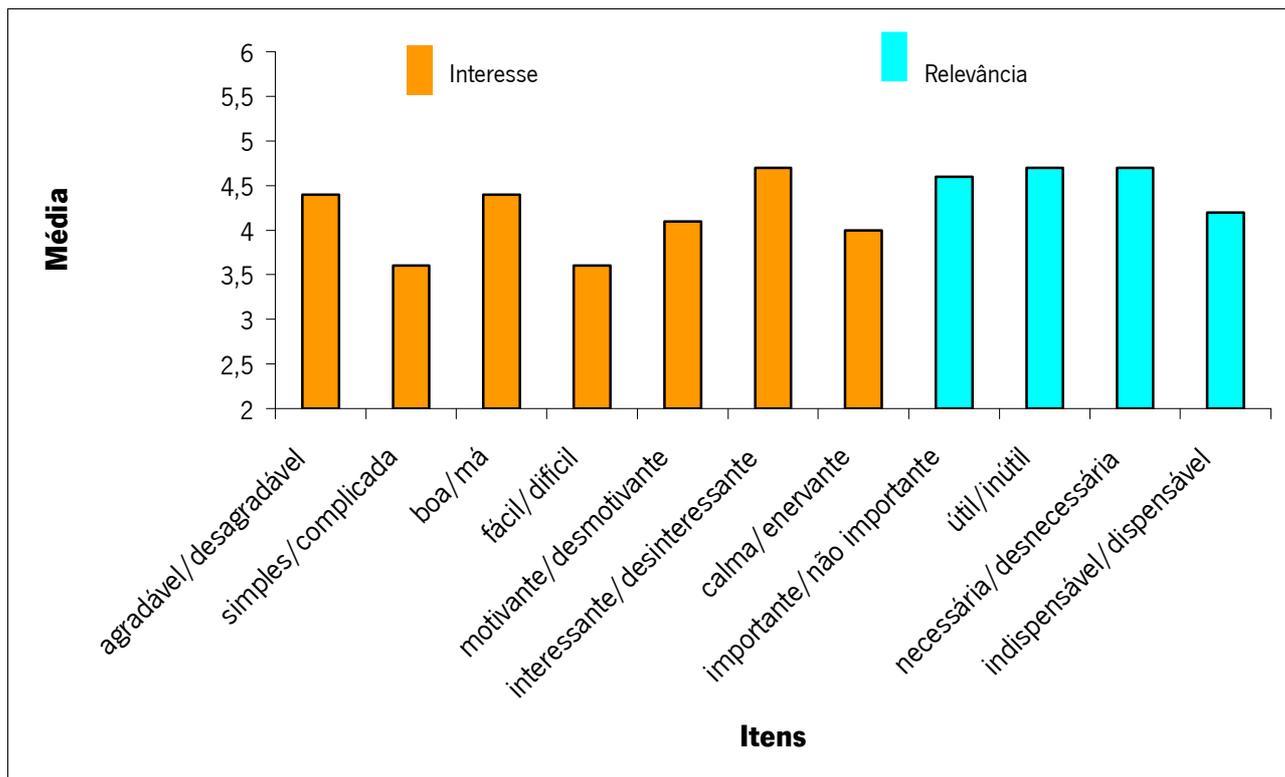


Figura 5: Médias obtidas na questão 1 – Parte III

Os valores referentes à dimensão “*interesse*” são, tendencialmente, inferiores aos da dimensão “*relevância*”, embora no geral sejam positivos. Podem destacar-se os itens *simples/complicada* e *fácil/difícil* como aqueles que apresentam o seu valor no ponto médio, indiciando que os alunos não manifestariam atitude nem positiva nem negativa neste aspecto.

No que respeita à “*relevância*”, os alunos tenderam a considerar a disciplina de Ciências Físico-Químicas importante, útil, necessária e indispensável.

Atitudes dos alunos face à Matemática

A segunda questão pretendia avaliar o tipo de atitudes que os alunos do 9º ano de escolaridade manifestavam relativamente à disciplina de Matemática.

Pela análise da Figura 6, imediatamente se destacam os valores obtidos no que se refere à dimensão “*relevância*”, operacionalizada através dos indicadores importância, utilidade, necessidade e imprescindibilidade da Matemática.

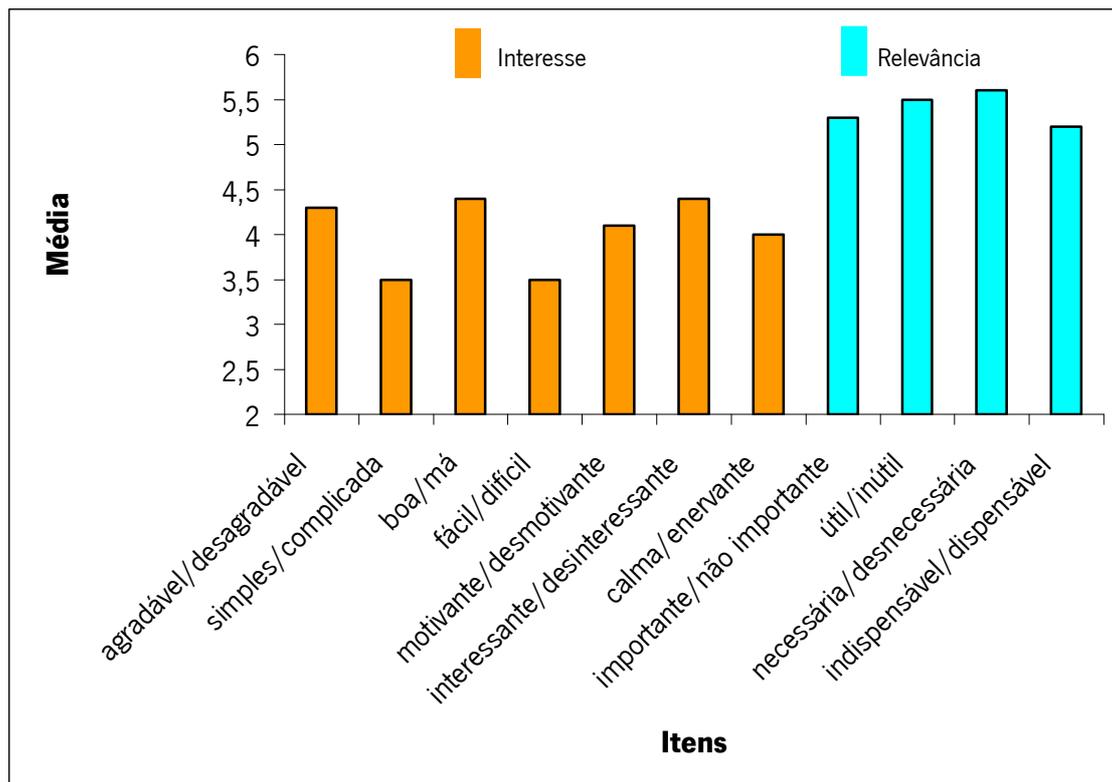


Figura 6: Médias obtidas na questão 2 – Parte III

No que diz respeito ao “*interesse*” dos alunos pela disciplina de Matemática, imediatamente se destaca a tendência para valores de média claramente inferiores aos da questão anterior para a mesma dimensão. De referir que, tal como na questão referente à disciplina de Ciências Físico-Químicas, também em Matemática os valores obtidos nos itens simplicidade e facilidade se situam no ponto intermédio da escala. Em relação ao interesse manifestado pelos alunos perante a disciplina de Matemática, este pareceu, em suma, ser menor do que o interesse que revelavam por Ciências Físico-Químicas.

Atitudes dos alunos face à presença da Matemática em Ciências Físico-Químicas

A Figura 7 apresenta os valores das médias dos alunos obtidos na última questão do sub-questionário, e que se relacionavam com a presença da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas. É nesta questão que a dimensão “*interesse*” apresenta os valores mais baixos, embora positivos, em relação às outras questões. Esta análise parece assim evidenciar que a presença da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas não é tão agradável, boa ou

motivante, quando se comparam estes valores com os obtidos na análise individual de cada uma destas disciplinas.

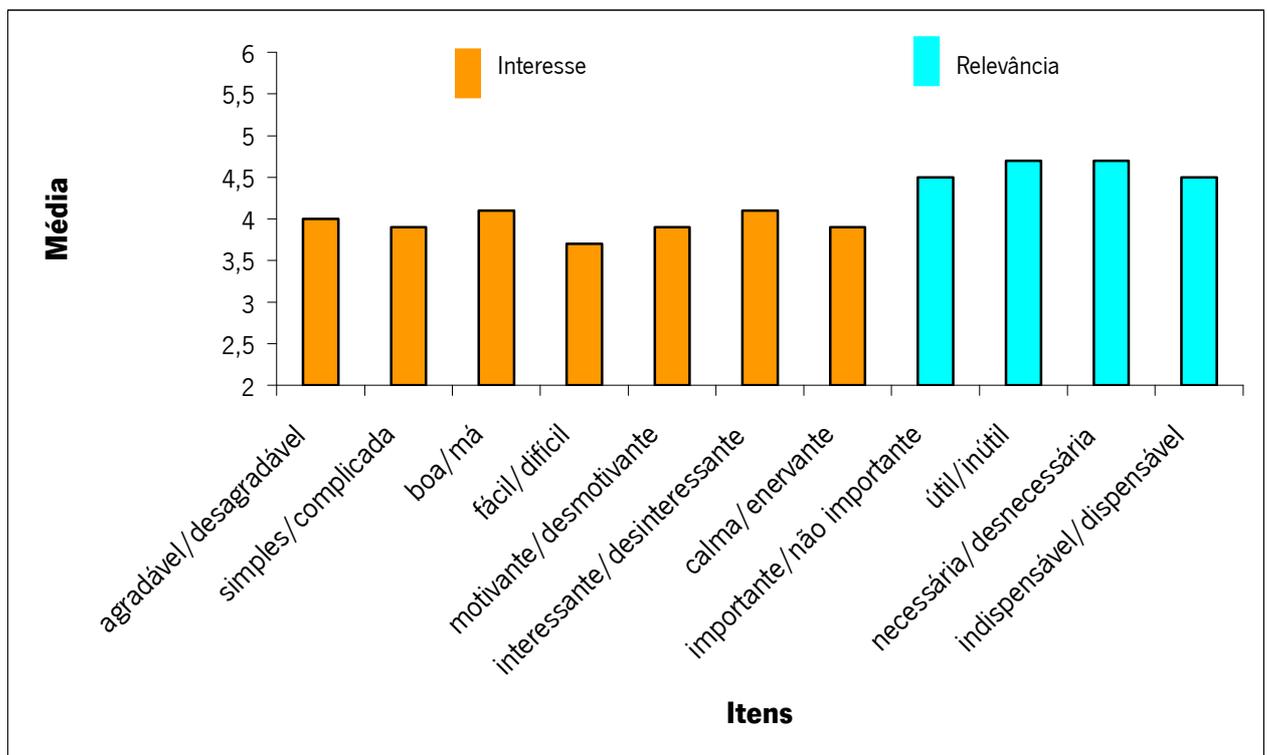


Figura 7: Médias obtidas na questão 3 – Parte III

A presença da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas foi, contudo, considerada útil e necessária.

É curioso verificar que nas três questões colocadas, e de um modo geral, as respostas dos alunos tenderam para valores acima do ponto médio, e bastante similares nos itens que dizem respeito à “*relevância*” das disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas.

4.4 – Componentes diferenciais: género, retenções e reprovações

Numa primeira análise, procurou-se verificar neste ponto, por recurso ao teste *t* de Student para amostras independentes, em que medida poderia haver diferenças de *género* no que tem a ver com a *idade* dos participantes no estudo (Quadro 13).

Quadro 13: Diferenças de idade entre rapazes e raparigas

Variável	Grupo	Média	Desvio Padrão	<i>t</i>	Significância
Idade	Rapazes (n= 198)	15,0	1,1	2,461	0,014
	Raparigas (n= 248)	14,8	0,9		

De acordo com o que indica o quadro anterior, os resultados obtidos apontam, realmente, para a existência de diferenças bastante significativas, em termos de média de idades, entre rapazes e raparigas, sendo estes os mais velhos. Era de admitir que tal diferença se devesse ao facto de os rapazes terem ficado retidos mais vezes do que as raparigas, ao longo do seu percurso escolar.

Para validar tal hipótese, realizou-se outro teste *t* de Student para amostras independentes, cujos resultados se apresentam no Quadro 14. Os indicadores nele incluídos tornam de facto possível considerar a existência de uma diferença bastante significativa ($p = 0,003$) entre rapazes e raparigas, no que diz respeito ao número de vezes que ambos os grupos tenderam a ficar retidos ao longo da sua escolaridade, sendo a média na verdade mais elevada para os rapazes.

Quadro 14: Diferenças no número de retenções entre rapazes e raparigas

Variável	Grupo	Média	Desvio Padrão	<i>t</i>	Significância
Número de retenções	Rapazes (n= 198)	0,5	0,7	2,978	0,003
	Raparigas (n= 250)	0,3	0,6		

Os dados obtidos com a aplicação dos questionários levaram à necessidade de se codificar o número de retenções. Assim, considerou-se que 0 (zero) corresponderia a nenhuma retenção, 1 (um) a uma retenção e 2 (dois) a duas ou mais retenções, ao longo do percurso escolar do respondente.

Na detecção de eventual relação entre as variáveis *género* e *número de reprovações nas disciplinas de Matemática*, por um lado, e *Ciências Físico-Químicas*, por outro, os resultados obtidos com o Teste do Qui-Quadro não apontaram para a existência de qualquer relação

estatisticamente significativa. De facto, no cruzamento da variável *Género* com *Reprovação em Matemática*, obteve-se um valor de significância de $p = 0,527$, ao passo que no cruzamento da variável *Género* com *Reprovação em Ciências Físico-Químicas* o valor de significância obtido foi de $p = 0,517$, ambos muito superiores ao valor adoptado para a significância crítica (0,05).

A análise estatística das diferenças entre rapazes e raparigas, no que se prende com as respectivas respostas aos itens da Parte II e da Parte III do questionário, bem como com as classificações obtidas nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas no primeiro e segundo períodos, foi efectuada recorrendo igualmente ao teste t de Student para amostras independentes.

Nas classificações obtidas por rapazes e raparigas em Matemática e em Ciências Físico-Químicas no primeiro e no segundo períodos, verificaram-se diferenças significativas a favor das segundas em todos os casos, à excepção do que aconteceu na disciplina de Matemática no primeiro período, em que tais diferenças não foram identificadas.

Foi também o grupo das raparigas que tendeu a apresentar uma atitude mais favorável face às aulas de Ciências Físico-Químicas, em especial nos itens “*A disciplina de Ciências Físico-Químicas é muito teórica*” (item 3), “*Os assuntos abordados nas aulas de Ciências Físico-Químicas são muito abstractos*” (item 5), e “*A linguagem utilizada em Ciências Físico-Químicas é complicada*” (item 8) e ainda no item “*A Matemática é pouco importante para a compreensão dos conceitos físicos ou químicos*” (item 21).

No que tem agora a ver com a pesquisa de eventuais diferenças de comportamento dos respondentes associadas à variável *número de retenções ao longo do Ensino Básico*, foram identificadas, por aplicação mais uma vez do teste t de Student, diferenças em geral significativas entre os alunos, no que tem a ver com as classificações obtidas nas disciplinas de Matemática e de Ciências Físico-Químicas. Tal como seria de prever, os alunos que nunca tinham experimentado qualquer retenção tenderam a apresentar melhores classificações, tanto na disciplina de Matemática como na disciplina de Ciências Físico-Químicas, relativamente aos que tinham ficado retidos pelo menos uma vez.

Foram ainda, por outro lado, os alunos sem repetências que obtiveram pontuações significativamente mais favoráveis em todos os itens das questões 2 (*Atitudes dos alunos face à Matemática*) e 3 (*Atitudes dos alunos face à presença da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas*) da Parte III do questionário, e nos itens *importante/não importante, fácil/difícil*

e *indispensável/dispensável* da questão 1 (*Atitudes dos alunos face à disciplina de Ciências Físico-Químicas*). Verificaram-se ainda diferenças significativas favoráveis ao mesmo grupo de alunos nos itens da Parte II do questionário que se relacionavam com a influência da disciplina de Ciências Físico-Químicas na escolha da futura profissão (item 4), facilidade de compreensão dos conceitos físicos (item 12) e apoio conferido pela disciplina de Matemática na compreensão desses mesmos conceitos (item 28).

Dada a importância que tal evidência tem para o presente estudo, é importante salientar que os alunos que já tinham ficado retidos, independentemente do número de vezes em que tal havia acontecido, tenderam a apresentar pontuações de sentido desfavorável nos itens que se referem a aspectos relacionados com a presença da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas, nomeadamente com o uso de conceitos matemáticos e com a utilização do cálculo (itens 6, 14, 24 e 26 do sub-questionário da Parte II) e ainda com o nível de abstracção da disciplina (item 16). Corroborando indicadores anteriores que vão no mesmo sentido, isso permite admitir que, pelo menos para esses alunos, as dificuldades que apresentam a Ciências Físico-Químicas poderão, de algum modo, ter a ver com a emergência de bloqueamentos cognitivos e afectivos relacionados com a presença da Matemática nessa disciplina.

Pensando agora no efeito diferenciador da variável *Reprovações a Matemática* ou *a Ciências Físico-Químicas*, a análise dos dados recolhidos permitiu derivar alguns resultados interessantes que, no essencial, tendem a corroborar inferências antes extraídas.

Comparando os alunos que tinham especificamente reprovado a Matemática (em qualquer ano de escolaridade) e aqueles em que isso nunca tinha acontecido, nas respostas que deram aos itens do questionário referentes às Partes II e III e às classificações nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas, as diferenças obtidas apontaram para valores significativos, destacando-se naturalmente pela positiva os alunos que nunca tinham reprovado na disciplina. Este grupo obteve pontuações significativamente mais favoráveis nas respostas à Parte II do questionário, nomeadamente nos itens "*A disciplina de CFQ vai influenciar a escolha da minha futura profissão*" (item 4), "*O uso de conceitos matemáticos na disciplina de Ciências Físico-Químicas ajuda na compreensão dos assuntos abordados*" (item 9), "*Os conceitos de Física são fáceis de compreender*" (item 12), "*O uso de conceitos matemáticos na disciplina de Ciências Físico-Químicas torna-a mais interessante*" (item 23) e "*Os assuntos abordados nas aulas de CFQ não me atraem*" (item 28).

Ainda nesta análise, os alunos que tinham sofrido reprovação na disciplina de Matemática tenderam a revelar uma opinião desfavorável relativamente a diversos aspectos da disciplina de Ciências Físico-Químicas, nomeadamente nos que se relacionam com os itens “*Em CFQ são utilizados demasiados conhecimentos matemáticos*” (item 6), “*O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ prejudica a minha aprendizagem nesta disciplina*” (item 14), “*A Física e a Química são muito abstractas*” (item 16), “*Um dos aspectos mais difíceis em Física é a utilização de conceitos matemáticos*” (item 24) e “*O meu desempenho em CFQ seria melhor se não fosse necessário utilizar o cálculo*” (item 26). A evidência de que as dificuldades dos alunos em Ciências Físico-Químicas poderão, de algum modo, ter a ver com bloqueamentos cognitivos e afectivos induzidos pela Matemática parece, desse modo, sair aqui de novo reforçada.

A aplicação do teste *t* de Student à comparação entre os alunos que nunca tinham, desta vez, reprovado a Ciências Físico-Químicas e aqueles em que isso havia acontecido pelo menos uma vez, no que se prende com a comparação das respostas aos itens do questionário e com as classificações obtidas nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas, veio corroborar os resultados anteriores. De novo se verificou uma diferença bastante significativa ($p = 0,000$) favorável aos primeiros, com particular destaque para os itens da questão 1 (*Atitudes dos alunos face à disciplina de Ciências Físico-Químicas*) da Parte III do questionário, *importante/não importante, simples/complicada, fácil/difícil, motivante/desmotivante, necessária/desnecessária e indispensável/dispensável* e ainda para os itens “*A disciplina de CFQ aborda temas relacionados com a vida quotidiana*” (item 1) e “*Os assuntos abordados em CFQ são acessíveis*” (item 20), ambos da Parte II do questionário.

O Teste do Qui-Quadrado permitiu, por outro lado, admitir a existência de relação entre as variáveis *Reprovação em Matemática* (RepMAT) e *Reprovação em Ciências Físico-Químicas* (RepFQ), com valores de significância estatística da ordem de 0,000. Tal relação emerge facilmente do Quadro 15, no qual se apresenta o resultado deste cruzamento.

Quadro 15: Cruzamento das variáveis RepMAT versus RepFQ

		RepFQ		Total	
		Sim	Não		
RepMAT	Sim	Nº alunos	32	37	69
		% de alunos	46,4	53,6	100
	Não	Nº alunos	10	345	355

		% de alunos	2,8	97,2	100
Total		Nº alunos	42	382	424
		% de alunos	9,9	90,1	100

Analisando a evidência antes ilustrada, pode admitir-se que a maior parte dos alunos que já tinham reprovado em Ciências Físico-Químicas teria, possivelmente, reprovado também em Matemática, enquanto que cerca de 46% dos alunos que tinham reprovado a Matemática já haviam igualmente reprovado a Ciências Físico-Químicas.

Com o objectivo de comparar as respostas dadas pelos inquiridos, agrupados em função do número de retenções (três categorias), aos diversos indicadores que têm vindo a ser considerados (classificações obtidas nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas, nos primeiro e segundo períodos, e itens do questionário referentes às Partes II e III), os dados respectivos foram submetidos a uma *análise de variância* a um factor (ANOVA I).

Na maior parte das variáveis dependentes em causa, foram registados valores de significância estatística inferiores a 0,05, apontando para a ocorrência de diferenças significativas entre pelo menos dois dos três grupos de respondentes considerados. A aplicação posterior do teste de Tukey permitiu detectar em que caso ou casos essas diferenças se verificavam. A única diferença significativa registada verificou-se no item 22, relacionado com a exigência dos professores de Ciências Físico-Químicas, entre os alunos retidos pelo menos uma vez e os que apresentavam maior número de retenções, com estes, talvez compreensivelmente, a considerarem os professores mais exigentes.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS

5.1 – Introdução

O presente capítulo apresenta as conclusões do estudo realizado, de acordo com os objectivos definidos para a investigação (5.2). Em seguida, serão analisadas as implicações para o ensino e a aprendizagem da disciplina de Ciências Físico-Químicas, decorrentes dos resultados obtidos e das inferências extraídas (5.3). O capítulo termina com a apresentação de algumas sugestões para futuras investigações (5.4).

5.2 – Conclusões

Tendo em conta os resultados obtidos na sequência da aplicação do inquérito por questionário que sustentou metodologicamente este estudo, os quais foram já apresentados e discutidos no capítulo precedente, incluem-se agora neste as principais conclusões que nos pareceu pertinente retirar dos dados empíricos associados às diferentes partes do questionário.

5.2.1 - Conclusões relativas ao sub-questionário – Parte II

As conclusões a seguir apresentadas encontram-se agrupadas de acordo com as dimensões definidas na análise de componentes principais incidente sobre os dados obtidos na Parte II do questionário.

A imagem dos alunos sobre a utilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas

De um modo geral, os alunos pareceram possuir representações favoráveis sobre a disciplina de Ciências Físico-Químicas. Na opinião da maioria deles, os assuntos abordados nesta disciplina são interessantes, acessíveis e estão relacionados com o seu dia-a-dia. Estes

resultados vão ao encontro da evidência a que se referem diversos autores, como é o caso de Ogunsola-Bandele (1996) e Neto (1999).

Apesar disso, é de realçar o facto de os alunos não considerarem que a disciplina de Ciências Físico-Químicas venha a ter influência na decisão sobre o seu futuro profissional. Esta inferência é concordante com as conclusões derivadas do estudo de Martins *et al.* (2005), o qual permitiu evidenciar que muitos alunos do 9.º ano ainda não terão formulado projecções seguras quanto ao seu futuro profissional.

A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas

Tal como se verificou na dimensão anterior, também aqui os alunos evidenciaram uma imagem positiva, embora menos acentuada.

Dois aspectos se destacam nesta dimensão, assim como em Neto (1999), Angell *et al.* (2004) e Martins *et al.* (2005), que podem reflectir uma atitude menos favorável por parte dos alunos: por um lado, a natureza teórica da disciplina; por outro, a utilização em demasia dos conhecimentos matemáticos. Estes factores poderão justificar, pelo menos em parte, algumas das dificuldades de aprendizagem na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas

Das várias dimensões consideradas na análise do questionário, foi nesta que os valores médios dos itens que a englobavam se revelaram mais elevados. Isso pode ser um indicador da importância efectiva que os alunos atribuem à Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas, a qual está em sintonia com a evidência reportada noutros estudos, como é o caso dos realizados por Ogunsola-Bandele (1996), Woolnough (2000) e Angell *et al.* (2004).

Da análise realizada ao itens que comparavam as duas componentes da disciplina de Ciências Físico-Químicas, ou seja, a Química e a Física, pode concluir-se que os alunos tendiam a considerar a componente de Química mais interessante que a de Física. Os resultados pareceram ainda indiciar que a dificuldade que os alunos dizem sentir na disciplina de Física pode estar bastante relacionada com o uso de conhecimentos matemáticos.

5.2.2 - Conclusões relativas ao sub-questionário – Parte III

A análise dos dados obtidos com o sub-questionário – Parte III permitiu retirar as conclusões que a seguir se apresentam.

Atitudes dos alunos face às disciplinas de Matemática e de Ciências Físico-Químicas

Da comparação entre as disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas, destaca-se a “*Relevância*” que os alunos tenderam a atribuir às duas, em valores médios superiores aos obtidos na dimensão “*Interesse*”.

Útil e necessária foram também adjectivos que a maioria dos alunos inquiridos pareceu escolher para caracterizar estas duas disciplinas, a que acrescentaram *necessária e imprescindível*, para definir a disciplina de Matemática, e *indispensável*, para a de Ciências Físico-Químicas. Uma caracterização semelhante foi também identificada num estudo realizado por Ogunsola-Bandele (1996) com alunos do Ensino Secundário.

Os itens referentes à *simplicidade e facilidade* apresentam o seu valor no ponto médio, podendo inferir-se que os alunos tenderiam a manifestar uma atitude de algum modo neutral perante as disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas. No que respeita ao interesse manifestado, este pareceu ser menor em Matemática do que em Ciências Físico-Químicas.

Atitudes dos alunos face à presença da Matemática em Ciências Físico-Químicas

Os resultados obtidos neste âmbito revelam que, apesar de positivos, os valores referentes à dimensão “*interesse*” são menores do que nas questões anteriores (alusivas ao significado das disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Matemática).

A confirmar os resultados obtidos no sub-questionário – Parte II, também nesta questão se constatou que os alunos se inclinaram para considerar a presença da Matemática na disciplina

de Ciências Físico-Químicas *útil e necessária*, à semelhança do que Neto (1999) identificou no seu estudo.

5.2.3 – Considerações finais

Pode, em síntese, admitir-se que os alunos tenderam a revelar uma atitude positiva em relação a cada uma das dimensões consideradas no questionário.

Na opinião da maioria dos alunos do 9.º ano inquiridos, a disciplina de Ciências Físico-Químicas é interessante, acessível, relacionando-se com o seu quotidiano. Factores existem, porém, como a natureza teórica da disciplina e a utilização dos conhecimentos matemáticos, que, na sua opinião, poderão dificultar a aprendizagem da mesma.

Um aspecto também evidenciado é a aparente não influência da disciplina de Ciências Físico-Químicas na escolha pelos alunos da sua futura profissão. Convém, todavia, não ignorar que os alunos nesta idade ainda apresentam muitas e compreensíveis dúvidas quanto às suas escolhas profissionais.

Na pesquisa de eventuais efeitos diferenciadores devidos a variáveis como o género, retenções ao longo do percurso escolar e reprovações nas disciplinas de Matemática e Ciências Físico-Químicas, pôde verificar-se que os rapazes da amostra utilizada na presente investigação eram mais velhos do que as raparigas, por terem ficado retidos mais vezes ao longo da sua escolaridade. Embora não se tenha identificado diferença significativa entre rapazes e raparigas no que respeita ao número de reprovações nas disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Matemática, as raparigas tenderam a apresentar melhores resultados em ambas as disciplinas.

Apesar de não haver um consenso a esse respeito, vários investigadores (Garcia-Milà, 2001; Osborne *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2005; Orhun e Orhun, s.d.) identificaram diferenças entre rapazes e raparigas no que se refere às atitudes face ao ensino e à aprendizagem de Ciências. Esta evidência foi comprovada no presente estudo, constatando-se que, no que tem a ver com as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas, as raparigas inquiridas tenderam a evidenciar uma atitude mais favorável às aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas da evidenciada pelos rapazes.

Em relação aos alunos que já tinham repetido pelo menos um ano de escolaridade, concluiu-se que estes apresentavam piores classificações, tanto em Matemática, como em

Ciências Físico-Químicas, do que os que nunca tinham ficado retidos. Verificou-se ainda que a maior parte dos alunos que tinham reprovado a Ciências Físico-Químicas também já tinham reprovado a Matemática. Por outro lado, cerca de 46% dos alunos que tinham reprovado em Matemática tinham também reprovado em Ciências Físico-Químicas. Daqui se pode inferir, tal como referem Utsumi e Mendes (2000) e Garcia-Milà (2001), que, dada a relação estreita que une estas duas disciplinas, uma pode afectar a outra.

Os alunos inquiridos que, por outro lado, nunca tinham sofrido qualquer retenção tenderam, compreensivelmente, a revelar uma atitude mais positiva face ao ensino e à aprendizagem da disciplina de Ciências Físico-Químicas. Este é um dado importante, se tivermos em conta que as atitudes dos alunos podem afectar o seu desempenho (Freedman, 1997).

Em contrapartida, os alunos repetentes consideraram prejudicial para o seu aproveitamento a utilização de conceitos matemáticos e do cálculo na disciplina de Ciências Físico-Químicas, apontando ainda o grau de exigência do professor da disciplina como aspecto negativo. Como salientam Simon (2000) e Osborne *et al.* (2003), o professor pode, de facto, revelar-se determinante nas atitudes dos alunos face à aprendizagem escolar.

5.3 – Implicações pedagógicas da investigação

Os resultados obtidos neste estudo parecem, como antes se procurou mostrar, estar de acordo com a evidência recolhida noutras investigações, particularmente no que se relaciona com as atitudes reveladas pelos alunos face às Ciências. Apesar disso, existem alguns aspectos a ter em consideração, pela sua implicação no processo de ensino e aprendizagem das Ciências, em geral, e da disciplina de Ciências Físico-Químicas, em particular.

Numa época em que todos os cidadãos são chamados a agir, crítica e responsabilmente, na sociedade onde vivem, é importante conduzir o ensino para uma educação para a cidadania, centrada numa perspectiva que aborda aspectos ligados à Ciência, à Sociedade, à Tecnologia e ao Ambiente.

É pois importante que os professores de Ciências tenham bem presente nas suas práticas esses objectivos, os quais estão claramente definidos na Reorganização Curricular do Ensino Básico português. A importância da disciplina de Ciências Físico-Químicas e a sua utilidade em situações do quotidiano dos alunos devem ser valorizadas pelos professores, num diálogo

interactivo que pode ser desenvolvido na sala de aula, abordando temas da actualidade que se conjuguem com os conceitos a leccionar. O uso de debates na sala de aula contribui para a argumentação fundamentada dos alunos, pela expressão das suas opiniões e ideias.

Nas suas práticas, é crucial que o professor promova atitudes positivas relacionadas com o trabalho científico e com a manipulação de material de laboratório, reduzindo a natureza teórica que os alunos apontam como factor de desinteresse. Ao mesmo tempo, devem proporcionar aos alunos oportunidade de desenvolverem trabalhos de cariz científico, incentivando a criatividade e o gosto pela Ciência.

Estando a Matemática tão intimamente ligada às Ciências Físico-Químicas, urge, por outro lado, proceder a uma íntima articulação entre estas duas disciplinas. Uma articulação que passe pelo diálogo entre professores, pela discussão dos conceitos abordados em cada disciplina e pela utilização de conhecimentos mútuos. Reduzindo a ênfase na mecanização e na resolução de exercícios rotineiros, e aplicando os conceitos a situações concretas de cada disciplina e, se possível, à sua utilização em situações do quotidiano, os alunos poderiam compreender melhor o significado dos conceitos e ao mesmo tempo a sua utilidade prática. Deste modo, reduzir o grau de abstracção da Matemática poderá permitir aos alunos compreender a sua utilidade para a sociedade e para as outras disciplinas, como a Física e a Química.

5.4 - Sugestões para futuras investigações

Uma das sugestões a apontar, dada a zona geográfica que abrangeu esta investigação, será a realização de outro estudo similar, mas em outra zona distinta que permita comparar os resultados e identificar semelhanças e/ou diferenças entre alunos.

Dado que esta investigação apenas utilizou o questionário, a mesma poderá ser complementada através de entrevistas, com as quais se poderão clarificar e aprofundar as respostas dos respondentes e até explorar novas questões que possam entretanto surgir.

Um estudo interessante poderá envolver professores de Matemática e de Ciências Físico-Químicas, com o objectivo de:

- identificar as representações que estes revelam em relação à influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas;

- investigar as práticas destes professores, no que se refere à articulação entre as duas disciplinas;

Uma última sugestão apontaria para o desenvolvimento de um estudo com uma turma do 9º ano, levando a cabo um estudo de intervenção sob um determinado conteúdo, onde fosse explorada a relação interdisciplinar entre as disciplinas de Matemática e de Ciências Físico-Químicas, investigando a sua influência no ensino e na aprendizagem das duas disciplinas, no desempenho e nas atitudes dos alunos.

BIBLIOGRAFIA

- Albe, V. *et al.* (2001). Electromagnetic concepts in mathematical representation of physics. *Journal of Science and Technology*, 10(2), 197-203.
- Alonso, A. *et al.* (2005). Análisis cuantitativo de itens complejos de opción múltiple en ciência, tecnologia y sociedad: escalamiento de itens. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (1). Disponível em <http://redie.uabc.mx/vol7no1/contenido-vazquez.html>. Acedido em 07/11/2005.
- Alonso, A. *et al.* (2006). Actitudes del alumnado sobre ciência, tecnologia y sociedad, evaluadas com un modelo de respuesta múltiple. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8 (2). Disponível em <http://redie.uabc.mx/contenido/vol8no2/contenido-vazquez2.pdf>. Acedido em 19/08/2007.
- Andre, T. *et al.* (1997). Science and mathematics versus other school subject areas: pupil attitudes versus parent attitudes. *Comunicação apresentada no Encontro Anual da National Association for Research in Science Teaching Association*, Chicago.
- Angell, C. *et al.* (2004). Physics: frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88 (5), 683-706.
- Araújo, D. (1995). *Técnicas laboratoriais de física. Análise e consequências do primeiro ano do seu funcionamento*. Dissertação de mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Baker, R. e Jones, A. (2005). How can internacional studies such as the Internacional Mathematics and Science Study and the Programme for Internacional Student Assessment be used to inform practice, policy and future research in science education in New Zealand?. *International Journal of Science Education*, 27 (2), 145-157.

- Bell, J. (2004). *Como realizar um projecto de investigação*. Lisboa: Gradiva.
- Boniolo, G. e Budinich, P. (2004). *The role of mathematics in physical sciences and Dirac 's methodological revolution*.
Disponível em <http://www.filosofia.lettere.unipdit/homepage/boniolo/budinich.pdf>. Acedido em 09/01/2006.
- Canavarro, A. (2005). Matemática e física – uma oportunidade para aprender. *Educação e Matemática*, 82, 1.
- Cleaves, A. (2005). The formation of science choices in secondary school. *Internacional Journal of Science Education*, 27(4), 471-486.
- Cohen, L., Manion, L. e Morrison, K. (2005). *Research methods in education*. Londres: Routledge.
- Damáσιο, A. (2005). *O erro de Descartes*. Mem Martins: Publicações Europa-América.
- De Mórán, J. *et al.* (1995). Motivación hacia la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 66-71.
- Departamento de Educação Básica (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Díaz, M. (2002). Enseñanza de las ciencias. Para qué?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2). Disponível em www.saum.uvigo.es/reec. Acedido em 19/08/2007.
- Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (2006). *Resultados do Terceiro Estudo Internacional de Matemática e Ciências*. Disponível em <http://www.dgicd.min-edu.pt/inovbasic/proj/timss/index.htm>. Acedido em 15 de Março de 2006.

- Farenga, S. e Joyce, B. (1999). Intentions of young students to enroll in science courses in the future: an examination of gender differences. *Science Education*, 83 (1), 55-75.
- Fiolhais, C. (2001). A relação da Física com a Matemática. In *Actas do Segundo Debate sobre a Investigação Matemática em Portugal*. Disponível em <http://www.mat.uc.pt/~Inv/debate2/>. Acedido em 22/07/2005.
- Fiolhais, C. (2006a). Entrevista com Carlos Fiolhais. Notícias Magazine de 15 de Janeiro, 38-44.
- Fiolhais, C. (2006b). Entrevista com Carlos Fiolhais. *Gazeta de Matemática*, 150, 42-49.
- Freedman, M. (1997). Relationship among laboratory instruction. Attitudes toward science and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (4), 343-357.
- Freitas, L. (2005). *Mudança conceptual no tema "terra no espaço" com base na interdisciplinaridade em ciências físicas e naturais no 3º ciclo*. Dissertação de mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Galvão, C. et al. (2006). *Avaliação de competências em ciências. Sugestões para professores dos ensinos básicos e secundário*. Porto: Asa Editores.
- Garcia-Milà, M. (2001). La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias fisiconaturales: una perspectiva psicológica. In C. Coll et al (Eds.). *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar*. Madrid: Alianza Editorial, 527-548.
- Gabinete de Avaliação Educacional (2005a). *PISA – Programme for International Student Assessment*. Disponível em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/11.html>. Acedido em 9 de Julho de 2005.
- Gabinete de Avaliação Educacional (2005b). *Publicações do PISA editadas pelo GAVE*. Disponível em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/33.html>. Acedido em 9 de Julho de 2005.

Gabinete de Avaliação Educacional (2006). *Exame Nacional do 9º ano de Matemática – 1ª Chamada 2006*. Disponível em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/32.html>. Acedido em 26 de Junho de 2006.

Ghiglione, R. e Matalon, B. (1997). *O inquérito: teoria e prática*. Oeiras: Celta Editora.

Hill, M. e Hill, A. (2005). *Investigação por questionário*. Lisboa: Edições Sílabo.

Jones, M. *et al.* (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84 (2), 131-143.

Kiamanesh, A. (2004). *Factors affecting iranian students' achievement in mathematics*.

Disponível em http://www.iea.nl/fileadmin/user_upload/IRC2004/Kiamanesh.pdf. Acedido em 03/03/2006.

Kobella Jr, T. (1989). Changing and measuring attitudes in the science classroom. *Research Matters – to the Science Teacher*, 8901. Disponível em <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/publications/research/attitude.htm>. Acedido em 04/09/2005.

Lopes, J. B. (2004). *Aprender e ensinar física*. Braga: Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Maroco, J. (2003). *Análise estatística – com utilização de SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo.

Martins, I e Veiga, M. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Martins, A. *et al.* (2002). *Livro branco da física e da química – diagnóstico 2000, recomendações 2002*. Aveiro: Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química.

- Martins, A. *et al.* (2005). *Livro branco da física e da química – opiniões dos alunos 2003*.
Camarate: Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química.
- Ministério da Educação (2006). Alunos matriculados, segundo a natureza do estabelecimento e ano de escolaridade, por NUTS I, II e III. Disponível em www.gjase.min-edu.pt/estat/05_06/xls/I_1_3_2.xls. Acedido em 20/06/2006.
- Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em física: conceitos, processos e novas abordagens*.
Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- OECD (2007). *Programme for International Student Assessment* Disponível em http://www.pisa.oecd.org/pages/0,3417,en_32252351_32235731_1_1_1_1_1,00.html.
Acedido em 25 de Agosto de 2007.
- Ogunsola-Bandele, M. (1996). Mathematics in physics – which way forward: the influence of mathematics on students' attitudes to the teaching of physics. *Comunicação apresentada no Encontro Anual da National Science Teachers Association, EUA*.
- Orhun, N. e Orhun, O. (s.d). *The investigation of relation between attitude toward mathematics and attitude toward science of 9th grade students in eski^oehir science high school according to some variables*.
Disponível em <http://math.unipa.it/~grim/AOrhunOrhun.PDF>. Acedido em 13/10/2005.
- Orton, T. e Roper, T. (2000). Science and mathematics: a relationship in need of counselling?.
Studies in Science Education, 35, 123-154.
- Osborne, J. *et al.* (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *Internacional Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- Papanastasiou, E. e Zembylas, M. (2002). The effect of attitudes on science achievement: a study conducted among high school pupils in Cyprus. *Internacional Review of Education*, 48 (6), 469-484.

- Pereira, A. (2004). *Guia prático de utilização do SPSS – análise de dados para ciências sociais e psicologia*. Lisboa: Edições Silabo.
- Ponte, J. (2004). O ensino da matemática em Portugal: lições do passado, desafios do futuro. *Comunicação apresentada nas Jornadas sobre Educación Matemática*, Santiago. Disponível em <http://www.agapema.com/period/joao.htm>. Acedido em 21/07/2005.
- Poynter, A. e Tall, D. (2005). What do mathematics and physics teachers think that students will find difficult? A challenge to accepted practices of teaching. In D. Hewitt & A. Noyes (Eds.). *Proceeding of the sixth British Congress of Mathematics Education*. University of Warwick.
- Ramalho, G. (coord) (2001). *Resultados do Estudo Internacional PISA 2000*. Lisboa: Ministério da Educação. Disponível em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/33.html>. Acedido em Julho de 2005.
- Ramalho, G. (coord.). (2002). *PISA 2000 – Conceitos fundamentais em jogo na avaliação da literacia matemática e competências dos alunos portugueses*. Lisboa: Ministério da Educação. Disponível em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/33.html>. Acedido em Julho de 2005.
- Ramalho, G. (coord.). (2003). *PISA 2000 – Conceitos fundamentais em jogo na avaliação da literacia matemática e competências dos alunos portugueses*. Lisboa: Ministério da Educação. Disponível em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/33.html>. Acedido em Julho de 2005.
- Ramalho, G. (coord) (2004). *Resultados do Estudo Internacional PISA 2003*. Lisboa: Ministério da Educação. Disponível em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/33.html>. Acedido em Julho de 2005.

Ramos, M. (2004). *Representações sociais da Matemática: a bela ou o monstro?*. Disponível em http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S087365292004000300005&lng=pt&nrm=iso. Acedido em 23/08/2007.

Redish, E. (2005). Problem solving and the use of math in physics courses. Disponível em <http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0608/0608268.pdf>. Acedido em 09/08/2007.

Reid, N. e Skryabina, E. (2002). Attitudes towards physics. *Research in Science & Technological Education*, 20 (1), 67-81.

Reiss, M. (2004). *Students' attitudes towards science: a long-term perspective*. Disponível em <http://www.ioe.ac.uk/schools/mst/staff/ReissM/CJSMTEpub.pdf>. Acedido em 20/02/2006.

ROSE (2006a). *Young people and science attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE Project*. Disponível em <http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/norway/eng/nor-sjoberg-eu2005.pdf>. Acedido em 15 de Março de 2006.

ROSE (2006b). *Sowing the seeds of rose. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (the relevance of science education) – a comparative study of students' views of science and science education*. Disponível em <http://www.ils.uio.no/english/rose/key-documents/key-docs/ad0404-sowing-rose.pdf>. Acedido em 15 de Março de 2006.

ROSE (2007a). *The relevance of science education*. Disponível em <http://www.ils.uio.no/english/rose/>. Acedido em 20 de Agosto de 2007.

ROSE (2007b). *Report on organizing the ROSE survey in Portugal*. Disponível em <http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/portugal/prt-report.pdf>. Acedido em 20 de Agosto de 2007.

- Salta, K. e Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88 (4), 535-547.
- Simon, S. (2000). Students' attitudes towards science. In M. Monk e J. Osborne (Eds). *Good practice in science teaching – what research has to say*. London: Open University Press, 104-119.
- Silva, R. (2004). *Desenvolvimento profissional de professores de matemática do 2º ciclo do ensino básico. O insucesso escolar e estratégias para o minorar*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Sousa, A. e Carvalho, P. (2004). Física e química – a mesma linguagem?. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 93, 71-73.
- TIMSS (2006). *Trends in International Mathematics and Science Study*. Disponível em <http://nces.ed.gov/timss/>. Acedido em 4 de Agosto de 2006.
- Tuckman, B. (2000). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Tuminaro, J. (2002). *How students use mathematics in physics: a brief survey of de literature*. Disponível em <http://www.physics.umd.edu/perg/math/UsingMath.pdf>. Acedido em 09/08/07.
- Utsumi, M e Mendes, C. (2000). Researching the attitudes toward mathematics in basic education. *Educational Psychology*, 20 (2), 237-243.
- Woolnough, J. (2000). How do students learn to apply their mathematical knowledge to interpret graphs in physics. *Research in Science Education*, 30 (3), 259-267.

ANEXOS

ANEXO 1

*Instruções e questionário enviados ao painel de juízes
para validação*

GUIÃO PARA APRECIÇÃO E VALIDAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PELO PAINEL DE JUÍZES

INTRODUÇÃO

No âmbito de uma dissertação sob o tema “A Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas – opiniões de alunos do Ensino Básico”, integrada no curso de Mestrado em Educação – área de especialização de Supervisão Pedagógica em Ensino de Física e Química, foi elaborado o presente questionário, o qual deverá ser aplicado a uma amostra constituída por um conjunto de alunos que frequentem o nono ano de escolaridade. O mesmo tem por objectivo a identificação das opiniões dos alunos sobre a importância da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Com vista a aperfeiçoar e adequar este instrumento à amostra a que o mesmo se destina, solicito a sua colaboração, através da sua apreciação crítica especializada.

Desde já agradeço a sua atenção e disponibilidade.

Carla Alberta Fernandes

APRECIÇÃO

1- Compreensibilidade global do questionário.

2- Clareza e perceptibilidade dos itens apresentados.

3- Dimensão do questionário.

4- Apresentação gráfica.

MATRIZ DO SUB-QUESTIONÁRIO (Parte II)

Este questionário é constituído por três partes: uma sobre os dados pessoais dos respondentes (Parte I), um sub-questionário relacionado com as atitudes identificadas na literatura, utilizando uma escala tipo Likert de cinco pontos (Parte II), e um sub-questionário em que se utiliza uma escala diferencial semântica, como forma de complementar as informações recolhidas com o sub-questionário anterior (Parte III).

De acordo com a revisão de literatura efectuada, e tendo em conta os objectivos da investigação, foram consideradas três dimensões fundamentais sobre as quais se julgou pertinente fazer incidir o sub-questionário (Parte II). Essas dimensões são as seguintes: representações dos alunos sobre o ensino e a aprendizagem da disciplina de Ciências Físico-Químicas, representações dos alunos sobre a natureza da disciplina de Ciências Físico-Químicas e representações dos alunos sobre a influência do conhecimento matemático na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Quadro: Relação entre as dimensões e as questões do sub-questionário (Parte II).

Dimensões	Questões
A imagem dos alunos sobre a disciplina de Ciências Físico-Químicas	1, 4, 7, 10, 13, 15,17, 22 e 29
A imagem dos alunos sobre as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas	3, 5, 8, 11, 12, 16, 20, 25 e 27
A imagem dos alunos sobre a influência da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas	2, 6, 9, 14, 18, 19, 21, 23, 24, 26 e 28

QUESTIONÁRIO

Este questionário insere-se num trabalho de investigação a decorrer no âmbito do Mestrado em Educação, Área de Especialização em Supervisão Pedagógica no Ensino de Física e Química, da Universidade do Minho, sob o tema A Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas - Opiniões de alunos do Ensino Básico.

A tua colaboração é imprescindível para a concretização do estudo, pelo que agradecemos que respondas individualmente a cada questão.

O questionário é anónimo e as respostas são confidenciais.

Obrigada pela colaboração.
Carla Fernandes

Parte I: Dados Pessoais

1. Idade: _____ anos

2. Sexo: F M

3. Alguma vez reprovaste? Sim Não

3.1. Em caso afirmativo, em que ano(s) de escolaridade? _____

Parte II:

Por favor responde a todas as questões, indicando o teu grau de concordância relativamente às frases que te são apresentadas e que se relacionam com as aulas de **Ciências Físico-Químicas** (a seguir representada por **CFQ**), fazendo um círculo à volta do número correspondente, de acordo com a seguinte chave:

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

1. A disciplina de CFQ aborda temas relacionados com a vida quotidiana.	1	2	3	4	5
2. A Matemática é uma disciplina imprescindível para compreender os conteúdos de CFQ.	1	2	3	4	5
3. A disciplina de CFQ é muito teórica.	1	2	3	4	5
4. A disciplina de CFQ pode ter implicações na escolha da minha futura profissão.	1	2	3	4	5
5. Os assuntos abordados nas aulas de CFQ são muito abstractos.	1	2	3	4	5
6. Em CFQ são utilizados demasiados conhecimentos matemáticos.	1	2	3	4	5
7. A Física é mais interessante que a Química.	1	2	3	4	5
8. A linguagem utilizada pelos professores de CFQ é complexa.	1	2	3	4	5
9. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ ajuda na compreensão dos assuntos abordados.	1	2	3	4	5
10. O que se aprende em CFQ é muito importante para a melhoria das condições de vida das pessoas.	1	2	3	4	5
11. O uso de letras iguais para representar grandezas físicas diferentes complica bastante o estudo da Física.	1	2	3	4	5
12. Os conceitos de Física são fáceis de compreender.	1	2	3	4	5

13. Os assuntos abordados em CFQ são interessantes.	1	2	3	4	5
14. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ prejudica a minha aprendizagem nesta disciplina.	1	2	3	4	5
15. Sinto mais interesse pela Química do que pela Física.	1	2	3	4	5
16. A Física e a Química são muito abstractas porque utilizam em simultâneo letras e números.	1	2	3	4	5
17. A maior parte dos assuntos abordados em CFQ tem pouca utilidade para a vida real.	1	2	3	4	5
18. O meu desempenho em Matemática tem influência na disciplina de CFQ.	1	2	3	4	5
19. A Física exige mais conhecimentos matemáticos do que a Química.	1	2	3	4	5
20. Os assuntos abordados em CFQ são acessíveis.	1	2	3	4	5
21. A Matemática é pouco importante para a compreensão dos conceitos físicos ou químicos.	1	2	3	4	5
22. Os professores de CFQ são muito exigentes.	1	2	3	4	5
23. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ torna-a mais interessante.	1	2	3	4	5
24. Um dos aspectos mais difíceis em Física é a utilização de conceitos matemáticos.	1	2	3	4	5
25. Os termos usados pelos professores de CFQ são difíceis de compreender.	1	2	3	4	5
26. O meu desempenho em CFQ seria melhor se não fosse necessário utilizar o cálculo.	1	2	3	4	5
27. Os assuntos abordados na área de Física são mais difíceis que os abordados na área de Química.	1	2	3	4	5
28. A disciplina de Matemática ajuda-me a compreender os conceitos de CFQ.	1	2	3	4	5
29. Não tenho qualquer interesse pelos assuntos abordados nas aulas de CFQ.	1	2	3	4	5

Parte III:

Esta última parte pretende averiguar a tua opinião sobre três afirmações relacionadas com a disciplina de CFQ e a sua relação com a Matemática. Em cada uma das afirmações são utilizadas 10 escalas, estando associada a cada uma delas um par diferente de adjectivos opostos.

Para responderes, marca uma cruz (X) na posição que melhor define a tua opinião relativamente à afirmação colocada. Deves responder a todas as escalas.

Por exemplo:

A disciplina de Ciências Físico-Químicas é...

interessante ___ : ___ : X : ___ : ___ : ___ : ___ desinteressante

Se respondesses deste modo, estarias a afirmar que considerarias a *disciplina de Ciências Físico-Químicas* uma disciplina mais interessante do que desinteressante, embora não absolutamente interessante.

1. A disciplina de Ciências Físico-Químicas é para mim...

importante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	não importante
agradável	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desagradável
simples	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	complexa
boa	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	má
fácil	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	difícil
motivante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desmotivante
interessante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desinteressante
útil	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	inútil
necessária	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desnecessária
calma	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	enervante
indispensável	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	dispensável

2. A disciplina de Matemática é para mim...

importante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	não importante
agradável	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desagradável
simples	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	complexa
boa	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	má
fácil	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	difícil
motivante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desmotivante
interessante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desinteressante
útil	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	inútil
necessária	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desnecessária
calma	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	enervante

indispensável ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ dispensável

3. A presença da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas é para mim...

importante ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ não importante

agradável ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ desagradável

simples ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ complexa

boa ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ má

fácil ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ difícil

motivante ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ desmotivante

interessante ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ desinteressante

útil ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ inútil

necessária ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ desnecessária

calma ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ enervante

indispensável ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ dispensável

Obrigada pela tua colaboração!

ANEXO 2

Versão final do questionário (também utilizado no estudo piloto)

QUESTIONÁRIO

Este questionário insere-se num trabalho de investigação a decorrer no âmbito do Mestrado em Educação, Área de Especialização em Supervisão Pedagógica no Ensino de Física e Química, da Universidade do Minho, sob o tema A Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas - Opiniões de alunos do Ensino Básico.

A tua colaboração é imprescindível para a concretização do estudo, pelo que agradecemos que respondas individualmente a cada questão.

O questionário é anónimo e as respostas são confidenciais.

Obrigada pela colaboração.
Carla Fernandes

Parte I: Dados Pessoais

4. Idade: _____ anos

5. Sexo: F M

6. Alguma vez reprovaste? Sim Não

6.1. Em caso afirmativo, em que ano(s) de escolaridade? _____

6.2. A que disciplina(s)? _____

7. Indica os níveis que obtiveste, neste ano lectivo, nas disciplinas de:

• Matemática: 1º Período _____ 2º Período _____

• C. Físico-Químicas: 1º Período _____ 2º Período _____

Parte II:

Por favor responde a todas as questões, indicando o teu grau de concordância relativamente às frases que te são apresentadas e que se relacionam com as aulas de **Ciências Físico-Químicas** (a seguir representada por **CFQ**), fazendo um círculo à volta do número correspondente, de acordo com a seguinte chave:

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

1. A disciplina de CFQ aborda temas relacionados com a vida quotidiana.	1	2	3	4	5
2. A Matemática é uma disciplina imprescindível para compreender os conteúdos de CFQ.	1	2	3	4	5
3. A disciplina de CFQ é muito teórica.	1	2	3	4	5
4. A disciplina de CFQ vai influenciar a escolha da minha futura profissão.	1	2	3	4	5
5. Os assuntos abordados nas aulas de CFQ são muito abstractos.	1	2	3	4	5
6. Em CFQ são utilizados demasiados conhecimentos matemáticos.	1	2	3	4	5
7. A Física é mais interessante que a Química.	1	2	3	4	5
8. A linguagem utilizada em CFQ é complicada.	1	2	3	4	5
9. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ ajuda na compreensão dos assuntos abordados.	1	2	3	4	5
10. O que se aprende em CFQ é muito importante para a melhoria das condições de vida das pessoas.	1	2	3	4	5
11. O uso de letras iguais para representar grandezas físicas diferentes complica bastante o estudo da Física.	1	2	3	4	5
12. Os conceitos de Física são fáceis de compreender.	1	2	3	4	5

13. Os assuntos abordados em CFQ são interessantes.	1	2	3	4	5
14. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ prejudica a minha aprendizagem nesta disciplina.	1	2	3	4	5
15. Sinto mais interesse pela Química do que pela Física.	1	2	3	4	5
16. A Física e a Química são muito abstractas.	1	2	3	4	5
17. A maior parte dos assuntos abordados em CFQ tem pouca utilidade para a vida real.	1	2	3	4	5
18. O meu desempenho em Matemática tem influência na disciplina de CFQ.	1	2	3	4	5
19. A Física exige mais conhecimentos matemáticos do que a Química.	1	2	3	4	5
20. Os assuntos abordados em CFQ são acessíveis.	1	2	3	4	5
21. A Matemática é pouco importante para a compreensão dos conceitos físicos ou químicos.	1	2	3	4	5
22. Os professores de CFQ são muito exigentes.	1	2	3	4	5
23. O uso de conceitos matemáticos na disciplina de CFQ torna-a mais interessante.	1	2	3	4	5
24. Um dos aspectos mais difíceis em Física é a utilização de conceitos matemáticos.	1	2	3	4	5
25. Os termos usados pelos professores de CFQ são difíceis de compreender.	1	2	3	4	5
26. O meu desempenho em CFQ seria melhor se não fosse necessário utilizar o cálculo.	1	2	3	4	5
27. Os assuntos abordados na área de Física são mais difíceis que os abordados na área de Química.	1	2	3	4	5
28. A disciplina de Matemática ajuda-me a compreender os conceitos de CFQ.	1	2	3	4	5
29. Os assuntos abordados nas aulas de CFQ não me atraem.	1	2	3	4	5

Parte III:

Esta última parte pretende averiguar a tua opinião sobre três afirmações relacionadas com a disciplina de CFQ e a sua relação com a Matemática. Em cada uma das afirmações são utilizadas 10 escalas, estando associada a cada uma delas um par diferente de adjectivos opostos.

Para responderes, marca uma cruz (X) na posição que melhor define a tua opinião relativamente à afirmação colocada. Deves responder a todas as escalas.

Por exemplo:

A disciplina de Ciências Físico-Químicas é...

interessante ___ : ___ : X : ___ : ___ : ___ : ___ desinteressante

Se respondesses deste modo, estarias a afirmar que considerarias a *disciplina de Ciências Físico-Químicas* uma disciplina mais interessante do que desinteressante, embora não absolutamente interessante.

1. A disciplina de Ciências Físico-Químicas é para mim...

importante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	não importante
agradável	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desagradável
simples	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	complicada
boa	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	má
fácil	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	difícil
motivante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desmotivante
interessante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desinteressante
útil	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	inútil
necessária	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desnecessária
calma	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	enervante
indispensável	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	dispensável

2. A disciplina de Matemática é para mim...

importante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	não importante
agradável	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desagradável
simples	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	complicada
boa	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	má
fácil	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	difícil
motivante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desmotivante
interessante	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desinteressante
útil	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	inútil
necessária	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	desnecessária
calma	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	enervante
indispensável	___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___	dispensável

3. A presença da Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas é para mim...

importante ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ não importante
agradável ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ desagradável
simples ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ complicada
boa ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ má
fácil ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ difícil
motivante ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ desmotivante
interessante ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ desinteressante
útil ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ inútil
necessária ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ desnecessária
calma ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ enervante
indispensável ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ : ___ dispensável

Obrigada pela tua colaboração!

ANEXO 3

*Carta enviada aos Conselhos Executivos a solicitar
participação na investigação*

Carla Alberta Fernandes
Loteamento da Cruz Nova, lote 7
7830-331 Serpa

Contacto: 965082950
carlaalberta@gmail.com

Exmo. Sr (a)
Presidente do Conselho Executivo de

Sou professora do Quadro de Zona Pedagógica do Baixo Alentejo/Alentejo Litoral e encontro-me a preparar a dissertação de Mestrado em Educação, área de especialização de Supervisão Pedagógica no Ensino de Física e Química, da Universidade do Minho, sob o tema ***A Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas – Opiniões de alunos do Ensino Básico***, e orientação do Professor António Neto (Universidade de Évora).

Pela presente agradeço a sua preciosa colaboração na recolha de dados para este estudo, autorizando a aplicação de questionários a uma das turmas do 9ºano de escolaridade.

Junto envio ___ ofício, ___ questionários e _____ envelope selado. Muito agradecia a entrega destes ao professor de Ciências Físico-Químicas de uma das turmas do 9º ano de escolaridade, solicitando o seu preenchimento tão breve quanto possível.

Após o preenchimento dos questionários, agradeço a sua recolha e colocação no respectivo envelope selado, de forma a ser enviado o mais rapidamente possível pelo correio.

Certa da vossa melhor atenção para o solicitado, e agradecendo uma vez mais a vossa preciosa colaboração para o sucesso desta investigação, envio a V. Ex.ª os meus melhores cumprimentos.

Serpa, ___ de _____ de 2006

ANEXO 4

Carta enviada aos professores de Ciências Físico-Químicas a solicitar o preenchimento do questionário por parte dos alunos

Carla Alberta Fernandes
Loteamento da Cruz Nova, lote 7
7830-331 Serpa

Contacto: 965082950
carlaalberta@gmail.com

Exmo. Sr (a) Professor (a)

Sou professora do Quadro de Zona Pedagógica do Baixo Alentejo/Alentejo Litoral e encontro-me a preparar a dissertação de Mestrado em Educação, área de especialização de Supervisão Pedagógica no Ensino de Física e Química, da Universidade do Minho, sob o tema ***A Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas – Opiniões de alunos do Ensino Básico***, e orientação do Professor António Neto (Universidade de Évora).

O envelope que junto envio contém _____ questionários destinados aos alunos de uma turma do 9º ano de escolaridade, solicitando o seu preenchimento, o mais breve possível.

A informação recolhida é confidencial e servirá para a concretização deste estudo pelo que agradeço que após o preenchimento dos mesmos procedesse à sua recolha e posterior envio, utilizando para tal o envelope que os continha, o qual se encontra timbrado e endereçado, de forma a ser devolvido pelo correio.

Grata pela atenção dispensada e pela sua colaboração para o prosseguimento da investigação.

Com os melhores cumprimentos,

Serpa, ____ de _____ de 2006
