



Departamento de Pedagogia e Educação  
Universidade de Évora

**DAS CONCEPÇÕES CURRICULARES E METODOLÓGICAS  
DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS AO ENSINO CTS:  
UM ESTUDO DESCRITIVO**

CARLOS LARANJEIRA CRAVEIRO

Licenciado em Biologia (ramo educacional)  
Universidade de Coimbra

Tese apresentada para obtenção do grau de  
Mestre em Educação  
Metodologia do Ensino das Ciências: Biologia

Professor Orientador: Prof. Doutor António José Santos Neto

1999



Departamento de Pedagogia e Educação  
Universidade de Évora

**DAS CONCEPÇÕES CURRICULARES E METODOLÓGICAS  
DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS AO ENSINO CTS:  
UM ESTUDO DESCRITIVO**

CARLOS LARANJEIRA CRAVEIRO

Licenciado em Biologia (ramo educacional)  
Universidade de Coimbra

Tese apresentada para obtenção do grau de  
Mestre em Educação  
Metodologia do Ensino das Ciências: Biologia



95935

Professor Orientador: Prof. Doutor António José Santos Neto

1999

CRH



## RESUMO

A presente investigação parte do princípio que o ensino CTS (exploração das interacções ciência-tecnologia-sociedade) é uma das principais vertentes de que a educação em ciências dispõe para conseguir aproximar a ciência às necessidades actuais, quer do aluno, quer da própria sociedade. Apesar dos inúmeros trabalhos relativos a este tema, só assistiremos à transposição da teoria em práticas lectivas, se contarmos com a participação dos professores, pois são eles que implementam o currículo. Assim, as opiniões dos professores, enquanto portadoras de conhecimento e de experiência, são essenciais como ponto de partida para uma dinâmica de mudança que se anseia.

Por outro lado, hoje assume-se que as concepções dos professores não são exclusivamente pessoais, admitindo-se a possibilidade de alguma generalização, na forma de "modelos de cultura dos professores".

Neste sentido, este estudo visou não só o levantamento de algumas concepções de uma amostra de professores sobre o currículo e as metodologias de ensino em ciências (com ênfase especial no ensino CTS), mas também proceder à distribuição desses professores segundo cinco "modelos epistemológico-didáticos" previamente organizados a partir das concepções consideradas, procurando, por último, destacar a forma como os professores encaram e dinamizam situações CTS.

Por forma a averiguar do grau de representatividade dessas concepções e práticas associadas nos professores de ciências investigados, optou-se pela aplicação de um questionário, valorizado em escala, enviado pelo correio a 347 professores de ciências (4º grupo do 2º ciclo e 4ºA e 4º B e 11º B grupos do 3º ciclo e do ensino secundário), tendo sido recebidos 181 questionários preenchidos.

De entre muitos resultados, este estudo permitiu destacar alguns grupos de opiniões. Em primeiro lugar, a maioria dos professores de ciências parece mover-se num quadro de pensamento-acção, onde, para além do tratamento dos temas tradicionais de ciências, se atende a outras componentes do currículo até agora pouco valorizadas, como a exploração de situações interdisciplinares, locais e quotidianas (e que é acompanhada por alguma flexibilidade na exploração do currículo), os procedimentos instrumentais e as questões epistemológicas.

Em segundo lugar, parece haver uma opinião generalizadamente favorável face à utilização de metodologias activas de ensino-aprendizagem, onde tenham lugar as actividades práticas, a participação do aluno e a utilização de diversos tipos de materiais (onde o manual escolar continua a merecer tratamento privilegiado).

Em terceiro lugar, e relativamente aos "modelos de professores", muito embora se confirme que os professores adoptam diferentes modelos de pensamento-acção consoante as circunstâncias, o estudo permitiu destacar um número significativo de professores designados por "artesãos" (activistas, humanistas, de estruturação-construção), parecendo contrariar, claramente, a postura transmissora com que tradicionalmente é visto o professor de ciências.

Em quarto lugar, e agora no que se refere especificamente ao ensino CTS, verificou-se que a maioria dos professores atribui grande utilidade à dinamização de tais actividades, tendo os mesmos afirmado que costumam explorar "algumas vezes" situações CTS nas suas aulas e defendendo ser no contexto das actuais disciplinas que tais temas devem ser tratados. Porém, e apesar da inegável atracção por esta perspectiva de ensino, são apontadas diversas condicionantes à sua implementação, nomeadamente a actual carga horária, a tradicional avaliação centrada nos conteúdos conceptuais e a falta de materiais curriculares adequados a este tipo de estratégias.

Em quinto lugar, do estudo não pareceram emergir diferenças significativas entre a forma como os diferentes "modelos de professores" encaram e praticam o ensino CTS, assim como outras imputáveis a variáveis como a idade, o tempo de serviço, o sexo e o grupo disciplinar dos professores no que se refere ao seu efeito diferenciador nas concepções curriculares e metodológicas, em geral, e no ensino CTS, em particular.

## **AGRADECIMENTOS**

- Ao meu Orientador, Professor Doutor António José Santos Neto, que com o seu saber, exigência e rigor, aliado à sua disponibilidade, paciência e compreensão, me conduziu na elaboração deste estudo, orientando-me desde o início para uma atitude de permanente reflexão.
- Ao Gustavo, à Cristiana e à Manuela, pela compreensão e apoio que manifestaram durante estes três anos de intenso trabalho.
- À Mestre Marília Cid e aos colegas Adelaide, Adriano, Cecília, Fernanda, Filomena, Helena e Maria de Deus, pela colaboração na validação do questionário.
- A todos os professores que, de forma voluntária, colaboraram neste estudo, sem os quais a sua realização não seria possível.
- Ao Hilário pela leitura crítica e apurada deste trabalho.
- Ao José Paulo Vasconcelos e ao João Nogueira pela colaboração prestada na realização da componente informática que suporta este estudo.
- Ao Conselho Directivo da E.S.S.M.O. pela disponibilidade e compreensão manifestadas durante o curso e pela autorização da utilização do equipamento informático.
- A todos os que se cruzaram comigo na realização deste trabalho: ao Director do Curso de Mestrado, Professor Doutor Victor Manuel de Sousa Trindade, aos Professores e Colegas do curso.



2.3.2. Equilíbrio entre conteúdos, processos e contextos no novo currículo -----	48
2.3.2.1. Os conteúdos -----	50
i) conteúdos disciplinares -----	51
ii) conteúdos interdisciplinares e conteúdos transversais	52
iii) conteúdos da história das ciências -----	54
iv) conteúdos epistemológicos -----	56
v) conteúdos atitudinais -----	57
2.3.2.2. Os processos -----	58
2.3.2.3. Os contextos -----	59
2.3.3. Mudanças metodológicas no ensino-aprendizagem das ciências -----	60
2.3.3.1. Alguns princípios de uma aprendizagem efectiva -----	61
2.3.3.2. Alguns princípios para o ensino -----	69
2.3.4. Mudanças nas finalidades do ensino das ciências: formação de especialistas <i>versus</i> promoção da cultura científica -----	72
2.4. Algumas tendências importantes para o ensino das ciências -----	78
2.4.1. As concepções alternativas e a mudança conceptual e metodológica -----	79
2.4.2. A educação em ciências numa perspectiva de trabalho científico -----	80
2.4.3. A educação em ciências e a promoção da literacia científica e tecnológica -----	82
2.5. A Educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) -----	85
2.5.1. História e fundamentos da implantação do movimento CTS ---	85
2.5.2. A trilogia CTS: as interacções ciência-tecnologia-sociedade ---	89
2.5.3. CTS e ensino-aprendizagem das ciências -----	93
2.5.3.1. Objectivos e potencialidades do ensino CTS -----	97
2.5.3.2. Os conteúdos CTS -----	98
2.5.3.3. A integração CTS no currículo: diferentes abordagens -----	101
2.5.3.4. Materiais curriculares CTS -----	106
2.5.3.5. Modelos de desenvolvimento curricular CTS -----	108
2.5.3.6. Estratégias de ensino-aprendizagem CTS -----	111
2.5.3.7. Os professores de ciências e o ensino CTS -----	113
2.5.3.8. As opiniões dos alunos sobre o ensino CTS -----	115
2.5.3.9. Dificuldades e críticas à implantação do ensino CTS --	116
2.5.3.10. O ensino CTS em Portugal -----	118

CAPÍTULO 3- METODOLOGIA -----	121
3.1. Considerações preliminares: o pensamento do professor -----	122
3.2. Critérios metodológicos -----	129
3.3. Desenho da investigação -----	130
3.3.1. Construção e desenvolvimento do questionário utilizado -----	130
3.3.2. Delimitação do universo da investigação -----	132
3.3.3. A amostra -----	133
3.3.4. Aplicação do questionário -----	137
3.4. Organização dos dados -----	138
 CAPÍTULO 4- RESULTADOS -----	 142
4.1. Concepções curriculares e metodológicas dos professores -----	143
4.2. Modelos epistemológico-didáticos dos professores -----	155
4.3. Concepções e práticas CTS dos professores -----	157
4.4. "Modelos de professores" e as concepções e práticas CTS -----	168
 CAPÍTULO 5- DISCUSSÃO E CONCLUSÃO -----	 171
5.1. Discussão dos resultados da investigação -----	172
5.2. Conclusões e implicações educacionais -----	184
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	 191
 ANEXOS -----	 220
Anexo 1 - O questionário -----	221
Anexo 2 - Modelos epistemológico-didáticos dos professores de ciências	231
Anexo 3 - Mapa do Centro de Área Educativa da Lezíria e Médio Tejo ----	232
Anexo 4 - O universo da amostra -----	233
Anexo 5 - Distribuição dos professores da amostra pelos grupos disciplinares e respectivas escolas de origem -----	235
Anexo 6 ao Anexo 19 – Médias e desvios-padrão dos professores dos diferentes grupos disciplinares, da amostra e dos diferentes escalões de tempo de serviço, face às perguntas do questionário	237
Anexo 20 - Os modelos de professores e as concepções e práticas CTS ---	248
Anexo 21 - 1º ofício dirigido aos Presidentes dos Conselhos Directivos ---	249
Anexo 22 - Ofício dirigido aos delegados/representantes de grupo -----	250
Anexo 23 - 2º ofício dirigido aos Presidentes dos Conselhos Directivos ---	251

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Os questionários distribuídos e os questionários recebidos -----	134
Quadro 2 - Distribuição das idades dos professores da amostra por escalões etários e por grupos disciplinares -----	134
Quadro 3 - O tempo de serviço dos professores da amostra -----	135
Quadro 4 - Médias e desvios-padrões das idades e do tempo de serviço dos professores da amostra -----	136
Quadro 5 - Os professores e as professoras da amostra -----	137
Quadro 6 - A amostra e os "modelos de professores" -----	156

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Escalões etários dos professores da amostra -----	135
Figura 2 - Escalões etários dos professores da amostra, por grupo disciplinar ---	135
Figura 3 - Distribuição do tempo de serviço dos professores da amostra -----	136
Figura 4 - Distribuição do tempo de serviço dos professores da amostra, por grupo disciplinar -----	136
Figura 5 - Os professores e as professoras da amostra -----	137
Figura 6 à Figura 64 - As opiniões dos professores da amostra, expressa na escala de 1 a 7, face aos itens do questionário -----	144
Figura 65 - Os professores e a frequência da dinamização das actividades CTS -	168

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

## 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Dizer-se que vivemos num mundo onde domina a Ciência e a Tecnologia já não é novidade, dados os complexos sistemas políticos e tecnológicos que embebem as pessoas e que condicionam o "destino da civilização" (Hansen e Olson, 1996). Quando analisamos situações sociais, rapidamente nos apercebemos do papel que a Ciência e a Tecnologia adquirem nos nossos comportamentos e na determinação deste "destino" (AAAS, 1989), enquanto componentes da nossa cultura (Kranzberg, 1990); daí a possibilidade de identificarmos as redes de contacto entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, sob a forma de consequências múltiplas que bem caracterizam as grandes e permanentes mudanças do mundo contemporâneo e, portanto, as mudanças das vidas individuais (Amir, 1985).

Na moderna sociedade, tão bem caracterizada por Alvin Toffler ao referir-se à "terceira revolução" dos sistemas produtivos, a rápida especialização na ciência, o avanço da tecnologia e o avanço da indústria têm gerado um fosso cada vez maior entre o que o currículo tradicional proporciona e as necessidades individuais para aceder e usar tais conhecimentos (Ost e Yager, 1993). Perante este horizonte de mudança permanente, as pessoas têm necessidade de se localizar, de se manterem informadas minimamente, por forma a poderem sobreviver e a poderem usufruir do melhor que a Ciência e a Tecnologia lhes têm para oferecer. É neste sentido que tem ganho crescente importância a educação em ciências, tanto mais que as mudanças e a evolução no domínio educacional parecem estar intimamente relacionadas com as mudanças que ocorrem na sociedade.

No entanto, apesar das modificações que a educação em ciências sofreu nas últimas décadas, continua a reinar grande insatisfação, quer por quem contacta directamente com essa educação científica, quer, inclusivé, por parte da opinião pública, o que poderá acarretar consequências negativas futuras, quer no âmbito dos estudos científicos e tecnológicos, quer para a futura integração do indivíduo no mundo do trabalho e na vida social em geral (Ziman, 1986).

Na origem de tal insatisfação, parece estar a incapacidade da educação em ciências promover uma adequada cultura científica que, em simultâneo, assegure para alguns a tradicional formação especializada, com destaque para o conhecimento científico (aprendizagem "de ciência"), e faça emergir uma nova vertente, a aprendizagem "sobre ciência", ou seja, um alfabetismo científico para

todos os estudantes (Barbosa, 1991). E aqui reside, precisamente, a maior mudança educacional dos nossos tempos: não basta preparar o aluno para se adaptar passivamente às rápidas mudanças da moderna sociedade tecnológica, mas, acima de tudo, interessa que esse mesmo aluno seja preparado para desempenhar um papel na comunidade, de forma eficiente e inteligente, enquanto elaborador das melhores decisões, independentemente da sua futura carreira (Zoller, 1985).

Nesta nova perspectiva, julga-se essencial que todos os alunos fiquem sensíveis ao mundo científico e tecnológico, uma vez postos em contacto com tais realidades, o que lhes proporcionará no futuro a necessária formação e segurança para enfrentar este mundo científico e tecnológico e a tomada de decisões responsáveis no exercício de uma cidadania consciente (Rubba e Harkness, 1993; Dulski, Dulski e Raven, 1995; Rutherford e Ahlgren, 1995).

Na tentativa de conciliação das duas vertentes da educação em ciências, e no sentido de tentar inverter os resultados, opiniões e atitudes negativos que têm sido identificados como uma crise do ensino das ciências, a Escola tem-se desdobrado em esforços, promovendo iniciativas, experimentando novos métodos; a própria formação de professores tem vindo a sofrer novos ajustes, tudo sob o lema da promoção de uma nova viragem na educação em ciências. Por outro lado, os Governos têm tentado acelerar o processo de mudança, quer através de informações orientadoras, quer implementando reformas educativas, quase sempre acompanhadas por uma nova organização curricular, novos programas e, nalguns casos, pela melhoria das condições de trabalho e dos recursos disponíveis das escolas e dos professores.

Paralelamente, temos assistido à publicação de inúmeros trabalhos de investigação educacional, em áreas tão diversas como a Psicologia, a Sociologia, a Epistemologia, a Didáctica, algo bem demonstrado pelos livros e revistas de educação que proliferaram nas últimas duas décadas.

Contudo, apesar de todas estas iniciativas (quase sempre para resolver constrangimentos pontuais) e das mudanças que as acompanham, as dificuldades subsistem, e hoje, paradoxalmente, mais do que encontrar respostas para as mesmas, encontramos-nos numa situação de proliferação de problemas que, no dizer de Barbosa (1991), têm origem nos efeitos não previstos e não desejados, pelo desencadear das experiências educativas e pela aplicação dos novos currículos.

E não é só a educação em ciências que se vê a braços com este mar de problemas: parece que todo o sistema educativo mantém o mesmo tipo de dúvidas. Assim, vemos predominar em todos os campos educativos o paradigma tradicional dominante, a transmissão/recepção dos conteúdos (com todas as consequências negativas que de há muito têm sido identificadas), a par de diversas propostas metodológicas, com pouca segurança, por não se dispor de um afastamento temporal, suficientemente amplo, para se poder avaliar as suas consequências.

É perante este cenário de mudança e de diversidade educativa que muitos autores consideram existir uma crise no ensino das Ciências (Hurd, 1994; Fourez, 1994). A este propósito, Barbosa (1991) adianta:

*Ao clima de indecisão associa-se um sentimento de crise perante um ensino velho que morreu e um novo que ainda não conseguiu nascer. Mantém-se o desejo de mudança e promovem-se mais mudanças. Reinicia-se ininterruptamente um mesmo ciclo de mudança e diversidade em que parece procurar-se interminavelmente a solução ideal, pela qual, todas as causas possíveis de todos os problemas tenham sido eliminadas. (p. 7)*

No palco desta crise encontra-se o aluno que, se, por um lado, continua a ser insuflado por doses maciças de informação, quase sempre pormenorizada e descontextualizada, por outro, tenta dar resposta às novas pretensões dos professores e, por outro lado ainda, continua a assistir aos avanços científicos e tecnológicos tão bem aproveitados pelos *media*, mas sem entender muito bem o que significa, por exemplo, o dístico colado no seu frigorífico, "*isento de CFC*".

Como resposta à crise identificada e ao novo horizonte que se deseja como meta, a promoção da cultura científica, surge na cena educacional, a partir dos anos 70, o **movimento CTS** (Ciência-Tecnologia-Sociedade) (Bybee e Landes, 1988; Yager e Tamir, 1993; Yager e Lutz, 1995). Na escola, as interações CTS tendem a traduzir-se num esforço para projectar as aprendizagens para o contexto do mundo real (Santos e Valente, 1995a), o que implica duas mudanças: a mudança de uma perspectiva disciplinar para a lógica dos problemas sociais concretos (Hofstein e Yager, 1982) e a mudança de um conhecimento científico para uma cognição prática (Saraiva, 1995).

"Contextualização", "aplicabilidade", "relevância", "personificação", "socialização", "interdisciplinaridade", "integração" são exemplos de palavras-fortes desta perspectiva do ensino em ciências (Zoller, 1985). Ainda existem, apesar disso,

dúvidas sobre as formas de enquadrar o CTS nas condições de aprendizagem. Quer dizer, será possível promovermos uma abordagem CTS tentando conciliar a abordagem disciplinar tradicional da exploração/construção de conceitos com a aprendizagem acerca da ciência? Ou, pelo contrário, porque as informações científicas e tecnológicas se cruzam com outras áreas do conhecimento, não será preferível uma abordagem exclusivamente interdisciplinar, em torno de questões ou de problemas sociais? Esta será, concerteza, uma das grandes decisões a tomar e que só o futuro poderá esclarecer.

A educação em ciências na perspectiva CTS não pode nem deve, todavia, ser vista como a única via de solução dos problemas do ensino das Ciências, mas antes como uma das possíveis. Esta perspectiva eclética parece estar mais de acordo com o crescimento exponencial da informação oriunda da investigação e com as mudanças operadas no tecido social e cultural deste final de milénio, do que uma integração forçada que certamente poucas vantagens traria, quer para o ensino dos conceitos, quer para a promoção do alfabetismo científico e tecnológico. Numa análise breve, poderemos então afirmar que nas aulas de ciências existirão momentos de aprendizagem de conteúdos, mas também poderão existir momentos de exploração de temas e de problemas do quotidiano, de simulação da tomada de decisões e mesmo do uso de alguma tecnologia.

## **1.2. O ESTUDO REALIZADO E SUA IMPORTÂNCIA**

O consenso existente entre os investigadores em torno da diferenciação dos objectivos de ensino e da utilidade da aproximação dos conteúdos científicos disciplinares à realidade quotidiana dos alunos parece ter seduzido a educação para este tipo de questões. De facto, os programas das disciplinas de ciências do mundo ocidental incluem generalizadamente estas propostas, o que, só por si, é um facto positivo a destacar. Porém, todos nós sabemos que, entre o lançamento das ideias e das propostas curriculares e a sua efectiva concretização uma grande distância normalmente permanece.

O distanciamento que costuma ser considerado entre a teoria e a prática parece, então, ter lugar entre o que se passa no ensino: as ideias existem, até

abundam, mas, paradoxalmente, os problemas teimam em resistir. Naturalmente, que não está em causa a qualidade dessas ideias, concerteza que o problema também não reside na sua pertinência, mas cremos que uma das maiores razões porque tarda a aplicação das novas ideias no ensino das ciências tem a ver com o **pensamento** do professor que, por sua vez, condiciona a sua **actuação**. Não queremos com isto afirmar que o professor seja naturalmente ou generalizadamente avesso às inovações ou às mudanças, mas aceitamos que nenhuma proposta de mudança educativa formal tem o sucesso garantido, se não garantir a participação do professor e se, da sua parte, não houver vontade deliberada de mudança, de aceitação e aplicação no terreno dos novos ideais.

É este tipo de pensamento que tem justificado a multiplicidade de estudos no campo das concepções, crenças, atitudes e práticas dos professores de ciências (Mellado, 1997; Porlán, Rivero e Martín, 1997), em torno dos mais variados aspectos do ensino-aprendizagem. O presente trabalho integra-se nesta linha de investigação, procurando indagar algumas das concepções dos professores, relativamente a algumas questões curriculares (obrigatoriedade, extensão e tempo disponível, conteúdos, finalidades, objectivos de ensino, metodologias, actividades, recursos). No essencial, trata-se de analisar as opiniões dos professores acerca dos diversos aspectos curriculares e das práticas metodológicas, e de que forma estas concepções e estas práticas podem condicionar a utilização de metodologias CTS.

### 1.2.1. O tema

As razões que estiveram na base da escolha deste tema são variadas. Em primeiro lugar, por acreditar que o ensino, uma vez encarado na perspectiva CTS, proporciona uma gama de potencialidades tão vastas que podem ir desde o reforço da motivação do aluno para a aprendizagem das ciências, até ao contributo para a sua formação enquanto cidadão, capaz de, no futuro, vir a desempenhar um papel activo, consciente e responsável, na sociedade onde se integra.

Em segundo lugar, porque o ensino da ciência, na sua interacção com a tecnologia e a sociedade, é objectivamente assumido pelos documentos oficiais e surge expresso na organização curricular dos actuais programas das disciplinas de ciências. Urge, portanto, implementar tal modalidade de ensino, contribuindo,

assim, para que esta proposta metodológica não se limite às boas intenções dos currículos.

Em terceiro lugar, porque, apesar das inegáveis vantagens do ensino CTS e das propostas metodológicas assumidas pelos actuais programas das disciplinas de ciências, esta perspectiva de ensino só começará a ser realidade depois de conhecidas as posições dos professores, como primeiro passo para se conseguirem concepções e práticas mais desejáveis.

Em quarto lugar, porque entendemos útil salientar eventuais contradições entre as opiniões dos professores e as suas práticas, partindo do princípio de que as opiniões nem sempre correspondem às práticas.

Em quinto lugar, porque não basta conhecermos as posições dos intervenientes no processo educativo, tornando-se essencial, acima de tudo, fornecer essas opiniões, resultantes de investigações como esta, a quem intervém na formação dos professores, quer nos processos de formação contínua, quer, principalmente, na formação inicial.

Em sexto e último lugar, porque não conhecemos estudos em que, para além da intenção de detectar opiniões e práticas sobre o ensino CTS, se procure relacionar essas opiniões com outras concepções do ensino-aprendizagem.

### **1.2.2. O problema**

Tendo por base as razões acabadas de referir, esta investigação procura resposta para uma questão bastante ampla que pode ser colocada da seguinte maneira:

*De que forma as concepções curriculares e metodológicas dos professores de ciências poderão influenciar as concepções e a prática do ensino CTS?*

Esta questão pode, por sua vez, dividir-se em quatro outras de âmbito mais restrito:

*1- Qual o pensamento dos professores de ciências em relação a alguns dos critérios que estão na base da actual organização dos currículos de ciências e quais as metodologias de ensino e as práticas preferidas por esses professores?*

*2- De que forma se distribuem os professores, de acordo com a organização de "modelos de pensamento e de actuação", entendidos como tendências didácticas aos quais aderem?*

*3- Quais as concepções dos professores acerca da metodologia de ensino CTS e qual a frequência da sua aplicação nas aulas de ciências?*

*4- De que forma os diferentes "modelos de pensamento e de actuação" dos professores privilegiam a implantação curricular e a frequência da prática das situações CTS?*

### **1.2.3. Os objectivos**

Na busca de respostas às questões atrás colocadas, os objectivos desta investigação, ainda que diversos, podem assim ser resumidos:

- 1- Conhecer algumas concepções curriculares dos professores de ciências.
- 2- Conhecer algumas concepções dos professores de ciências relativamente às metodologias de ensino-aprendizagem.
- 3- Conhecer a distribuição dos professores segundo "modelos epistemológico-didácticos", previamente estabelecidos a partir das anteriores concepções e práticas.
- 4- Conhecer algumas das concepções dos professores acerca do ensino das interacções entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.
- 5- Estabelecer a relação entre as concepções de alguns aspectos da teoria e prática docente com as concepções e práticas do ensino CTS.

### 1.3. A ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Uma vez explicitado o problema e os objectivos da investigação, e após a breve contextualização dos mesmos a que temos estado a proceder neste capítulo de Introdução, o relatório da dissertação será estruturado de acordo com os restantes capítulos cujo conteúdo de seguida se explicita de forma resumida.

O **capítulo 2** que designamos de Quadro Teórico, inclui uma revisão da literatura em torno de algumas questões nucleares do estudo e uma súpula dos principais temas da educação em ciências, sobre os quais têm ocorrido grandes debates. Assim, será feita referência aos principais indicadores justificativos daquilo que muitos autores entendem tratar-se de mais uma crise do ensino das ciências, tal como serão destacadas algumas das razões que estão na base dessas problemáticas.

Em seguida, serão adiantadas as principais linhas, propostas por vários autores, pelas quais a educação em ciências deverá enveredar, particularmente as mudanças nos tipos de conteúdos, nas metodologias e nas finalidades curriculares.

O texto envereda, depois, pela sistematização de três paradigmas correspondentes a outras tantas condutas metodológicas que hoje, unanimemente, são reconhecidas pelas suas potencialidades: o ensino-aprendizagem das ciências segundo a mudança conceptual, o ensino-aprendizagem dos métodos e dos processos científicos, e o ensino-aprendizagem das ciências visando alcançar uma literacia científica mínima para todos os alunos, tendente a aproximar o ensino da realidade (e, deste modo, formando o aluno para a cidadania).

Para se conseguir esta desejada literacia, uma das metodologias que tem ganho importância é fazer com que na educação das ciências sejam tratados temas onde o conhecimento científico se relacione com a tecnologia e com a sociedade (relações CTS). Dada a riqueza e as potencialidades desta forma de ensino, o texto restante dará particular destaque aos objectivos, conteúdos, formas de abordagem, materiais, estratégias, potencialidades e limitações do ensino das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade, analisando, ainda, as opiniões dos professores e dos alunos a respeito desta perspectiva do ensino das ciências.

No **capítulo 3** serão descritos os procedimentos metodológicos utilizados nesta investigação que visa, recordemos, a identificação das opiniões dos professores sobre diferentes aspectos do currículo de ciências e sobre as

metodologias de aplicação desse currículo, procurando encontrar as eventuais relações entre tais concepções e a forma como se encara o ensino CTS. Assim, far-se-á a delimitação do quadro conceptual da investigação, ou seja, serão adiantadas as principais ideias que servem de substrato à investigação, após o qual será justificado o modelo investigativo adoptado, salientando-se as vantagens e as limitações do mesmo.

Em seguida, tendo por base os pilares e o enquadramento da investigação, será adiantado o universo do levantamento, e os critérios que conduziram à selecção da amostra de professores que foram convidados a responder a um *questionário*, o instrumento elaborado para o efeito.

O **capítulo 4**, referente à apresentação dos resultados obtidos a partir dos dados do questionário, procura, acima de tudo, encontrar respostas para os problemas inicialmente colocados, ao mesmo que tempo que nele se efectua uma sistematização tão ampla quanto possível das várias opiniões dos professores.

Depois, no **capítulo 5**, proceder-se-á a um cruzamento dos resultados desta investigação com a de outros estudos publicados, destacando semelhanças, contrastes, e eventuais dados inovadores, susceptíveis de contribuir para o desvendar do complexo conhecimento da acção didáctica do professor de ciências.

Ainda neste mesmo capítulo e nas "Conclusões e implicações educacionais", tecem-se algumas considerações de âmbito geral, relacionados com os assuntos investigados, e serão adiantadas novas perspectivas de estudo que entendemos por útil, face aos resultados encontrados. Julgamos, desta forma, podermos contribuir com mais conhecimento disponível, para as instituições de formação de professores, com destaque especial para a realidade portuguesa.

A dissertação prossegue com a lista das **referências bibliográficas** utilizadas no texto, tendo-se seguido de perto, para o efeito, as normas bibliográficas utilizadas pela APA (Azevedo, 1994), terminando com **anexos**.

# **CAPÍTULO 2**

## **QUADRO TEÓRICO**

Não há qualquer dúvida quanto às profundas transformações ocorridas na sociedade nas últimas décadas, transformações essas que podemos identificar como resultado da evolução científica e tecnológica e do seu impacto sobre a vida dos indivíduos e, portanto, da sociedade. Tais mudanças ocorrem de modo profundo e a um ritmo que há alguns anos seria impensável, de tal forma que a vida privada, a economia e a cultura são necessariamente afectadas. A ciência, a par com a tecnologia, está no coração das transformações das sociedades e das culturas contemporâneas, pois «*transforma a quotidianidade, transforma as fronteiras do trabalho e do ócio, redefine a concepção do direito, recoloca questões fundamentais de ética*» (Vessuri, 1995, p. 60).

O nosso século tem sido dominado pelos contrastes: se são inúmeros os exemplos dos benefícios da Ciência e da Tecnologia para com a Sociedade, também não rareiam os problemas sociais por si provocados; se são indiscutíveis os grandes avanços científicos e tecnológicos que vieram modificar as condições de vida das pessoas, ninguém poderá esquecer, por outro lado, os grandes desastres que, como os de Hiroshima ou os de Chernobyl, fizeram história num passado não muito distante. Interessa, todavia, que o cidadão comum tome consciência que tais problemas não são específicos da Ciência e da Tecnologia, mas sim da fruição ou do controlo que o Homem delas faz. E se, muitas vezes, a Ciência e a Tecnologia nos parecem impotentes para resolver os grandes problemas da Sociedade, também é verdade que esses problemas nunca poderão ser resolvidos sem um investimento cada vez maior na investigação científica e na produção tecnológica, e sem a implementação de uma educação científica e tecnológica adequada aos novos problemas.

Como consequência deste novo cenário, completamente distinto de anteriores períodos da história, o ensino das ciências deparou-se, de repente, não só com objectivos curriculares ultrapassados, mas também, em certos casos, com conteúdos desadaptados às novas necessidades, os quais estão na origem da insatisfação sentida por alunos e por professores, algo que se enquadra numa crise mais alargada que acaba por atingir toda a educação (M.E., 1997).

Nas últimas décadas assistimos, assim, a intensos debates acerca de temas tão diversos mas tão próximos como, por exemplo, que tipos de conteúdos o ensino da ciência deveria privilegiar, que ênfase proporcionar aos conteúdos disciplinares, aos processos da ciência e aos conteúdos interdisciplinares, qual a utilidade do ensino

de situações da história da ciência, como perspectivar as finalidades do ensino da ciência ou, ainda, que tipo de metodologia se deve desencadear para promover determinado tipo de finalidade de ensino. Os resultados de tais discussões e tomadas de posição e o interesse com que foi aceite na comunidade educativa estão bem expressos na inúmera bibliografia que invadiu o espaço educativo.

O facto de se ter confirmado um grande afastamento entre a ciência escolar e a ciência efectivamente requerida pelos cidadãos de uma sociedade pós-industrial (Trivelato, 1997), e a tendência para as pessoas, por falta de conhecimento e de prática, delegarem nos "experts" a decisão dos problemas de natureza técnica (abdicando do seu papel de cidadãos), conduziu a que um número crescente de autores tenham vindo a propor a integração de novos assuntos, menos académicos e mais contextualizados, no ensino das ciências.

Desta forma, uma parte significativa das novas ideias tem apontado para o estabelecimento de novos consensos entre a educação, particularmente a educação em ciências, e a sociedade, que forneçam uma compreensão mais profunda da nossa cultura, onde a ciência tenha lugar cativo, que identifique a moderna ciência e a tecnologia ligadas às novas realidades, ao progresso social e aos problemas humanos e que prepare o cidadão para o trabalho, para o cenário da educação permanente e para as responsabilidades cívicas. Estas ideias não são novas, uma vez que já as podemos encontrar no discurso de John Dewey (1910/1995), ao destacar o enorme afastamento entre os assuntos de ciência ensinados na escola e aqueles que são significativos para a vida, e quando compara a escola a um laboratório onde a prática é "destilada" em teoria (Hawkins, 1994). É esta preocupação social que procura trazer para a educação em ciências o estudo de temas significativos para todos os alunos (Fensham, Gunstone e White, 1994; Yager e Lutz, 1995). Dando a voz ao próprio Dewey (citado por Yabuku, 1985):

*É um sólido princípio educacional que os estudantes deveriam ser introduzidos nos assuntos científicos e iniciar-se nos factos e nas leis através do conhecimento das aplicações sociais diárias. A aderência a este método é não só a via mais directa para compreender a ciência em si mesmo, mas como os alunos amadurecem, é também o caminho seguro para compreender os problemas económicos e industriais da actual sociedade. (p. 113)*

Nesta linha de pensamento, surgiram propostas de alterações nos currículos que vieram reflectir-se nas reformas educativas ocorridas nas últimas duas décadas, um pouco por todo o mundo, e onde novos currículos fizeram surgir novos

objectivos, novas formas de ensino e novas propostas de contextualização do ensino-aprendizagem. É assim que nasce uma perspectiva do ensino das ciências que ficou conhecida por ensino "Ciência-Tecnologia-Sociedade" (CTS), assente na preocupação manifesta de explorar as interacções que se verificam entre a ciência e a tecnologia e das influências destas na sociedade, ou mesmo no ambiente (CTS-A), como mais recentemente tem sido explorado.

## **2.1. A EDUCAÇÃO E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

A educação, no sentido de escolarização, é diferente de outras formas de ensino (treino, adestramento), uma vez que se desenvolve preferencialmente num espaço formal destinado a esse efeito, a escola (Patrício, 1996). Apesar deste condicionalismo, tem-se verificado que, à medida que a sociedade se tem vindo a tornar mais técnica, tem aumentado o tempo de ocupação do ensino na vida das pessoas. A educação converteu-se numa parte das nossas vidas e, curiosamente, cada vez se afastou do contexto da acção (Bruner, 1985). Talvez este seja um dos eternos problemas do ensino: como minorar a evidente separação do que se aprende na escola e do uso que no meio nós fazemos dessa aprendizagem.

Num sentido muito geral, poderemos dizer que a educação corresponde à capacidade que uma sociedade possui de formar integralmente o Homem nas suas diferentes facetas (física, moral, cívica, social, cultural, profissional, intelectual), em directa relação com o seu ambiente físico; ou, como afirma Feyerabend (1975), o principal propósito da educação deverá ser a integração do jovem na vida, o que significa integrá-lo na sociedade e no universo físico que a rodeia. Nesta perspectiva, a educação pretende preparar o aluno para uma vida activa responsável, mediante a sua preparação e orientação vocacional, mas que, em simultâneo, o realize pessoalmente (Rutherford e Ahlgren, 1995).

O cidadão de hoje enfrenta necessidades completamente distintas das do passado: são necessárias novas aptidões, uma nova capacidade de adaptação e de aperfeiçoamento perante as novas situações. Prova disto são as evoluções drásticas do emprego e da formação profissional algo que o Primeiro Ministro António Guterres bem exprimiu numa recente intervenção junto de jovens: outrora bastava

uma qualificação para conseguir um emprego para o resto da vida; posteriormente, uma qualificação já implicava uma ocupação, mas em vários empregos; num futuro próximo, a preparação já não poderá ficar restrita a uma única qualificação, mas a educação deve contemplar a possibilidade de exercício de várias ocupações. Versatilidade e adaptação são, pois, palavras comuns e metas a considerar na educação dos nossos dias.

A Educação está pois, por vocação, orientada para objectivos, metas, finalidades. No entanto, como destaca Candeias (1997), podemos identificar no ensino finalidades contraditórias: por um lado, aquelas que se encontram explicitamente nos textos legislativos e nos programas das disciplinas, em ambos os casos como intenções do sistema e desencadeadas desde o planificador do currículo aos professores; por outro lado, as exigências, as intenções e os objectivos dos alunos que, como muitos estudos têm apontado, preferencialmente vêm na educação escolar os momentos de convívio, de amizade e de estar em grupo.

Também na educação em ciências, alguns vectores com diferentes direcções identificam as duas grandes finalidades dessa vertente específica de educação: por um lado, como tentáculo da educação integral, a educação em ciências pretende o *desenvolvimento pessoal e social do aluno* (Bybee e DeBoer, 1994), de forma mais completa possível, de modo a evitar a sua manipulação por algum sector da população supostamente mais informado; paralelamente, a educação em ciências deve promover a *compreensão do funcionamento desse mundo*, ou seja, a integração do indivíduo na sociedade, e, neste sentido, pretende-se que o aluno conheça as possibilidades e os problemas que o uso da ciência pode proporcionar (Gómez, Izquierdo, Mauri e Sanmartí, 1989). Como afirma Whitehead (1970), a propósito da utilidade da aprendizagem, a educação é a arte da utilização do conhecimento e, portanto, um dos problemas centrais de toda a educação é evitar que esse conhecimento se torne inerte.

Parece, portanto, existir um natural confronto entre a ciência necessária à especialização ou à iniciação profissional e aqueles aspectos da ciência necessários para o desenvolvimento pessoal e social do indivíduo. Esta "tensão essencial", no dizer de Layton (1986), foi conseguida no passado com a inclusão de ciência proveniente da investigação (ciência pura) nos currículos, de forma quase sempre descontextualizada.

A par das finalidades atrás descritas, a Educação dos nossos dias tem hoje uma responsabilidade acrescida: a promoção da *cultura científica* (Nobre, 1995) e da *cultura tecnológica*, uma vez que a Ciência e a Tecnologia desempenham um papel decisivo no mundo contemporâneo. O crescimento é a preocupação dominante de todas as nações, o que se manifesta na multiplicação do conhecimento e das inovações tecnológicas, perante a competitividade e a gradual internacionalização da economia. Por outro lado, há actualmente a visão de que o crescimento acarreta só por si problemas de ordem vária; daí a ideia de um desenvolvimento sustentável, que não bloqueie os sistemas, o ambiente e a própria economia. Como consequência deste crescimento, as mudanças nas sociedades sucedem-se a um ritmo incrível e atingem a economia, a sociedade e até a cultura dos povos. Daí o papel da educação em ciências, quer como resposta a essas mudanças, quer provocando e modelando essas mesmas transformações. Daí a importância gradual da educação em ciências como componente da educação capaz de construir um futuro sólido para todos os jovens.

Integrados nas grandes metas da educação em ciências atrás salientadas (conhecimento e compreensão do mundo e promoção da cultura científica), a partir da década de 80 vários documentos internacionais e vários autores (Sequeira, 1988; White, 1989; Canada's Ministers of Education, 1996; Rutherford e Ahlgren, 1995; Solomon, 1995a; Nobre, 1995) têm salientado como grandes *objectivos da educação em ciências* os seguintes: capacitar os alunos a usar ciência para aquisição de conhecimento, desenvolvimento de atitudes e resolução de problemas, de modo a melhorar a sua própria vida e a vida dos outros, num mundo crescentemente tecnológico; preparar os alunos para falar criticamente da ciência e para a tomada de decisões relacionadas com os problemas da sociedade, da economia e do ambiente, de forma cooperativa e responsável; compreender os papéis da ciência e da tecnologia e das suas interacções no mundo em que vivemos; desenvolver valores em função das considerações éticas relativamente aos problemas e finalidades da actividade científica; encorajar os estudantes a desenvolver o sentido de bem-estar e de elevado grau de satisfação, através das suas tentativas face ao uso do conhecimento científico e de uma aprendizagem permanente.

Como se vê, um dos aspectos que tem ganho crescente importância é o facto de nos nossos dias a educação científica não se poder desligar da educação tecnológica; ou seja, a educação científica é educação em ciência e em tecnologia. Este aproximar de duas áreas outrora distintas (saber e saber fazer) deve-se em grande parte à incapacidade de hoje vermos o conhecimento científico alheado das

suas aplicações, mas também ao facto de grande parte da actual produção de conhecimento científico não ser possível sem a intervenção dos dispositivos tecnológicos: é que a Ciência e a Tecnologia interactuam da maneira mais diversa, conforme à frente analisaremos.

Perante uma tal diversidade de objectivos, vários têm sido os *argumentos a favor da inclusão da ciência nos programas escolares* (Rutherford e Ahlgren, 1989/1995; Miguéns, Serra, Simões e Roldão, 1996): promover a autonomia no indivíduo; humanizar o modo de pensar e de saber, favorecendo o desenvolvimento intelectual e humano; formar quadros especializados (cientistas e engenheiros); fornecer à Humanidade os conhecimentos biofísicos e do comportamento social, por forma a poderem ser desenvolvidas acções globais, aumentar a capacidade de sobrevivência humana e a melhoria da qualidade de vida; criar uma forma de respeito inteligente pela Natureza, particularmente no que se refere ao uso da Tecnologia; desenvolver hábitos mentais científicos capazes de ajudar a enfrentar os problemas complexos.

## 2.2 A CRISE DO ENSINO DAS CIÊNCIAS NOS ANOS 80

A preocupação com a educação científica não é, contudo, preocupação recente, o que pode ser confirmado com a sua própria evolução nas últimas décadas enquanto integrada nas reformas educativas que se fizeram sentir um pouco por todo o mundo. Os Estados Unidos cedo lideraram estas mudanças, particularmente quando, na década de 60, aí se fez sentir a urgência na mudança dos currículos de ciências, considerados desfasados face ao desenvolvimento industrial e tecnológico da época e, principalmente, como consequência do poderio tecnológico soviético, bem expresso no lançamento da cápsula espacial Sputnik, em 1957 (Bybee e DeBoer, 1994). Esta urgência de formação de uma elite científico-tecnológica (mais cientistas e mais engenheiros), capaz de enfrentar a nação rival, esteve pois na base da renovação da educação científica americana dos anos 60 (Cid, 1995; Miguéns et al., 1996). As finalidades dos currículos desta época centraram-se, pois, no *«desenvolvimento e compreensão da natureza da ciência, seus métodos de investigação e invenções conceptuais, uma compreensão dos fenómenos naturais, e o lugar da ciência como actividade humana»* (Hofstein e Yager, 1985, p. 71).

Neste processo de reforma educativa que gradualmente se estendeu a outros países, encontramos sobretudo razões político-económicas e não tanto motivos culturais e sociais. Estes novos currículos de ciências, elaborados por cientistas, preconizavam que os alunos deveriam aprender a ciência tal como ela é feita (Cid, 1995), na sequência do que foi adiantado por Joseph Schwab na década de 50 (Duschl, 1994). Deu-se, assim, lugar a uma educação em ciências organizada para reflectir a estrutura da disciplina (Blosser, 1990), caracterizada pela sua compartimentação e que nas escolas se expressou na forma de projectos como o PSSC (*Physical Science Study Commitee*), o BSSC (*Biological Science Curriculum Study*) e o CHEM Study nos Estados Unidos, o *Nuffield* no Reino Unido, ou o ASEP na Austrália (Hodson, 1985). Tais projectos estavam essencialmente preocupados com os saberes que seriam adquiridos ("fazer ciência"), quer através do método de inquérito ou da descoberta científica (colocando o aluno "a pensar" como cientista e a utilizar *skills* intelectuais designados por processos da ciência), quer através do "método científico", quer ainda através da experiência, particularmente pela utilização de ferramentas comuns nos laboratórios científicos (Hurd, 1994).

Contudo, a aceitação da mudança não foi a esperada: se para os alunos esta nova forma de aprendizagem foi considerada mais difícil pela dose maciça de conceitos, princípios, leis e esquemas conceptuais que tinham de ser aprendidos, também para os professores não foi fácil aceitá-la, principalmente porque não compreenderam a base conceptual que estava na sua origem, e porque não houve a preocupação de os envolver na elaboração desses currículos. Cid (1995) e Miguéns et al. (1996) identificam alguns *aspectos negativos* desta perspectiva de ensino das ciências: incapacidade de promover a melhoria das atitudes para usar e valorizar a ciência; transmissão de uma imagem empirista/indutivista da actividade científica; transmissão da ideia errónea do método único que, supostamente, seria usado pelos cientistas; confundir "ciência como inquérito" (ênfase curricular nos processos) com o ensino da "ciência por inquérito" (uso dos processos científicos para aprender ciência).

Os mesmos autores também identificam alguns *aspectos positivos* nesta reforma dos anos 60: o facto de dar ao aluno um papel mais activo, em vez do tradicional papel receptivo face à exposição; a utilização de uma maior diversidade de meios alternativos de ensino; a concepção mais dinâmica da ciência em vez das verdades científicas absolutas, na medida que o aluno seria estimulado para os

processos da aquisição da ciência; e promoção da ciência como actividade humana, na medida em que salientava o uso da experiência.

A década de 60 e o início da de 70 constituíram, pois, um período de experimentação, de implementação das novas ideias. Um segundo movimento da reforma se fez então sentir, com resultados visíveis ao nível do melhoramento dos currículos, dos manuais escolares, dos processos de ensino e do desenvolvimento de indicadores de programas de qualidade (Tobin, Tippins e Gallard, 1994).

Mas já no início dos anos setenta várias críticas começaram a ser levantadas, não só porque os resultados estavam muito longe do esperado, mas porque, entretanto, o desenvolvimento tecnológico foi de tal modo acentuado que novas necessidades e novos objectivos para a educação em ciências foram ganhando corpo. De facto, chegou-se à conclusão de que se, por um lado, o desenvolvimento económico e tecnológico requer pessoas altamente especializadas, a aplicação local desse conhecimento e dessa tecnologia necessita, por outro, da participação, do apoio e do aval de um público informado (Miguéns et al., 1996); por outro lado, ainda, por muita informação que fosse fornecida na escola, era impensável abordar todo o conhecimento científico e toda a tecnologia envolvida no mundo quotidiano, pelo que importava a preparação da população para a compreensão mínima de alguns assuntos de Ciência e de Tecnologia. Assim se justifica a gradual introdução nos currículos dos anos 80 quer das questões sociais, quer da tecnologia que nos afecta na vida diária e que Hofstein e Yager (1985) sintetizam da seguinte forma: ênfase na transdisciplinaridade e nas operações de decisão; ligação a situações concretas do meio (relevância local); inclusão da dimensão moral e ética dos problemas; e o papel do professor na escolha dos problemas mais relevantes para os seus alunos.

Assim, e em consequência de três estudos independentes (Helgeson e seus colegas da Universidade do Estado de Ohio; Weiss do Research Triangle Institute; e Stake e Easeley da Universidade de Illinois) que visaram o estado da educação em ciências nos EUA (Yager e Penick, 1983), entre 1977 e 1980, desenvolve-se um enorme projecto designado por *Projecto Síntese* que envolveu 23 investigadores trabalhando separadamente em pequenos grupos, distribuídos por 5 áreas da educação em ciências: Ciência Elementar, Biologia, Ciências Físicas, Metodologia de Investigação e em Ciência-Tecnologia-Sociedade, com o objectivo de estabelecer o estado da educação científica naquele país e de propor recomendações (Penick, 1984). Assim, foram identificadas as 4 grandes metas da educação científica: 1-

*ciência ao encontro das necessidades pessoais*, permitindo a melhoria da qualidade de vida e a adaptação a um mundo em acelerada transformação tecnológica; 2- *ciência para resolver problemas sociais*; 3- *ciência para atender à sensibilização/orientação profissional*, permitindo o conhecimento da natureza e dos objectivos de uma vasta gama de carreiras profissionais no domínio da Ciência e da Tecnologia, ao mesmo tempo que seria favorecida a identificação das aptidões e interesses dos alunos; 4- *ciência para preparar futuras carreiras académicas*, com vista à aquisição dos conhecimentos científicos apropriados ao prosseguimento de carreiras académicas ou profissionais no domínio das ciências (Sequeira, 1988; Yager, 1993); Ost e Yager, 1993; Iglesia, 1997b).

Mais tarde, em 1982, a NSTA (Associação Nacional de Professores de Ciências) veio realçar alguns dos objectivos anteriormente salientados: a compreensão das interacções entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade; o uso do conhecimento científico no dia-a-dia; e o conhecimento das vantagens e das limitações da ciência e da tecnologia na sociedade.

Ainda na década de 80, e nos EUA, vários relatórios de associações científicas e de associações de professores (*National Science Board; National Commission on Excellence in Education; National Science Teachers Association*) recomendaram o ensino da ciência necessária ao desempenho das responsabilidades cívicas e, portanto, da aplicação desse conhecimento à vida quotidiana das comunidades locais. Bybee e DeBoer (1994) destacam a elaboração de mais de 300 relatórios reclamando novas reformas na educação em ciências; por seu lado, Hurd (1994) estima em mais de 400 os relatórios de situação da educação em ciências que foram elaborados nos E.U.A. nos anos 80 e 90, cada um expressando insatisfação, e cerca de metade fazendo recomendações de mudança.

Podemos então confirmar que na educação em ciências houve, sucessivamente, diferentes aproximações: de uma ciência baseada na disciplina académica para a ciência encarada como unidade, integradora de disciplinas (onde sobressaem os aspectos metodológicos, o método científico como via do pensamento), e desta para a ciência e tecnologia, e, mais recentemente, a ciência e a sociedade (I.E.P.S, 1984; Trommel, 1985). É neste sentido que a década de 80 viu surgir novas reformas da educação, novas alterações curriculares que têm subjacentes novas propostas metodológicas (Cid, 1995) e que permitiram de novo buscar objectivos da educação de certo modo esquecidos: a apropriação de conhecimento útil e revelante deveria também dar lugar à formação (dimensão

formativa) para a cidadania (Miguéns et al., 1996) e à necessidade de o aluno se aperceber e se adaptar ao mundo em mudança (o objectivo "aprendendo a aprender" proposto pela UNESCO vem responder a esta necessidade); à forma como os importantes desenvolvimentos científicos e tecnológicos têm lugar (potencialidades e limitações) e como a ciência e a tecnologia se relacionam entre si e com a sociedade; e ainda outros objectivos relacionados com o uso da ciência e da tecnologia em contextos pessoais e sociais como a comunicação, como expressar conhecimento em termos quantitativos e qualitativos e a significância dos juízos éticos, morais e valores na resolução dos problemas da vida real e do mundo real (Hurd, 1994).

Estas preocupações humanistas e sociais, bem desenvolvidas nos trabalhos de Hurd, Bybee, Rutherford e de Layton, estiveram na base daquilo que se veio a designar como *literacia científica para todos*. Com o ideal da literacia científica, a educação científica parece ir ao encontro da preocupação de educar os cidadãos num mundo altamente tecnológico, tecnologia esta que tem precisamente origem nos esforços educativos encetados pelas nações desenvolvidas a partir da década de 50 (Godinho, 1996). A sociedade necessita de literacia científica e não só de uma elite científica, e daí a necessidade de encontrar currículos relevantes para a vida de todos os alunos e de métodos de ensino diversificados, como diversificadas são as capacidades e os interesses dos alunos (Bybee e DeBoer, 1994). Indo ao encontro desta pretensão, várias foram as organizações e agências governamentais do mundo ocidental que formularam recomendações para que os novos currículos abraçassem a perspectiva CTS (Pedretti, 1996a).

Entretanto, o que é que aconteceu em Portugal nas últimas décadas? Como em muitos outros aspectos, o nosso país acaba por ser um consumidor das ideias provenientes de outros países. Como se este consumismo só por si não bastasse, há a acrescentar a tardia chegada dessas ideias, desfasada em mais de uma década e, muitas vezes, com a escassa adaptação à realidade nacional.

E parece que foi isto que aconteceu: se, por um lado, os bloqueios impostos pela ideologia do antigo regime impediam o intercâmbio das ideias, por outro lado, os fracos recursos para a organização de uma comunidade científica educativa (ainda hoje mal assumida, como afirmou Cachapuz numa recente conferência) levou a que a organização disciplinar que promovia o conteúdo científico só verdadeiramente se fez sentir aquando da reforma de Veiga Simão (em 1973). O ensino da "ciência pura" prolongou-se assim pela década de 70 e ainda no início da

década de 80 predominava o «*behaviorismo e a pedagogia por objectivos que surgia como se de pedagogia oficial se tratasse, ao mesmo tempo que traduções sul-americanas de projectos como o BSSC ou o Nuffield proliferavam na escola portuguesa*» (Miguéns et al., 1996, p. 26).

A realidade dos anos 80, é, porém diferente. A dispersa comunidade educativa e académica portuguesa começou já a assimilar as ideias de outros países, e, por outro lado, começa-se a assistir à divulgação de alguma investigação no campo da educação em ciências. E assim, naturalmente, surge a reforma de 1987, uma reforma muito criticada por ser implementada sob a forma de decretos e por não ter envolvido a comunidade educativa, mas que engloba os horizontes de uma moderna educação científica: a aquisição de conhecimentos e a promoção da cidadania com vista a uma alfabetização científica e tecnológica para todos.

### **2.2.1. Sinais e indicadores da crise do ensino das ciências**

#### **2.2.1.1. Atitudes, concepções e interesses dos alunos**

Como resultado da intensificação da investigação educacional que se verificou a partir da década de 80, ocorreu uma proliferação de trabalhos e de publicações que muito ajudaram a analisar o estado da educação em ciências retratada pelos seus actores e, muito particularmente, as concepções, atitudes e práticas dos alunos e dos professores.

Neste capítulo, adiantaremos os resultados de algumas investigações tendentes a verificar as *atitudes* dos alunos, especialmente face à ciência, aos cientistas e ao ensino-aprendizagem, e a destacar algumas das suas *concepções e crenças* mais comuns. Uma e outras deverão estar, concerteza, na base de qualquer mudança ou orientação curricular, programática ou metodológica que se defenda ou que se venha a propor.

#### *Atitudes dos alunos*

Para além de muitos outros factores que poderão influenciar o rendimento escolar dos alunos (factores socio-económicos, tipo e extensão dos programas,

metodologias de ensino, ideias prévias e concepções alternativas, estágio de desenvolvimento cognitivo, modelos de avaliação), as atitudes parecem desempenhar aí um papel significativo.

Apesar de alguma ambiguidade, motivada em grande medida pela grande diversidade de instrumentos para a respectiva avaliação, há algumas conclusões gerais relativamente às atitudes: a formação das atitudes processa-se pela *experiência* e através da *transmissão social* (White, 1988; Ramos, 1993); por outro lado, as atitudes parecem ser úteis como *preditoras do comportamento* (tomadas de decisão), muito embora nem sempre se confirme tal influência (Borden et al., citado por Ramos, 1993, a propósito das decisões ambientais); por outro lado ainda, apesar de alguma controvérsia, parece existir uma influência mútua entre as *atitudes e a cognição*, na medida em que atitudes parecem influenciar as cognições subsequentes, mas também as bases cognitivas se reflectem nos estados afectivos (Candeias, 1997).

Na educação, as atitudes devem ser encaradas quer como *causas da aprendizagem*, quer como *objectivos e conteúdos* de ensino (Alonso e Mas, 1997). No primeiro caso, as atitudes positivas ou negativas do aluno afectam não só a aprendizagem (na medida em que se relacionam com os interesses, motivação, esforço, curiosidade e apreciação do aluno), mas até o estilo dessa mesma aprendizagem (White, 1989). No segundo caso, as atitudes são assumidas como parte integrante do currículo escolar, como novos conteúdos do ensino, e, como tal, se planificam e avaliam.

Cada tipo de atitude deve ser definida com clareza, para evitarmos a mistura de atitudes diferentes. Esta preocupação tem particular interesse quando falamos de atitudes e de ciência, pois a atitude face à ciência como corpo de conhecimentos e de investigação não tem o mesmo significado que a atitude face à aprendizagem da ciência (Simpson, Koballa e Oliver, 1994). Conforme concretizam Alonso e Mas (1997), um aluno pode ter uma atitude muito positiva perante a ciência enquanto investigação (através da leitura de artigos de revista, livros ou filmes), mas pode não ter interesse por aprender a ciência que lhe é oferecida pela escola. No entanto, e infelizmente, da parte dos professores assistimos à crença bem vincada de identificar atitudes face à ciência com o interesse do estudante em aprender ciências.

Relativamente à *atitude dos alunos face à ciência*, vários estudos (Espinosa e Róman, 1991; Herrera, 1993; Solomon, 1995a) apontam para um grande índice de atitude negativa, quase sempre associando a ciência às questões terríveis do mundo: a física à bomba, a química à poluição, a biologia à engenharia genética (assumida como má), a indústria à sujidade (Lewis, 1987). Para além deste panorama, encontram-se, ainda, alguns indicadores que parecem apontar para um *decréscimo dessa atitude ao longo da escolaridade* (Yager e Penick, 1983; White, 1989; Solbes e Vilches, 1989; Matarredona, 1990; Yager, 1993).

Os autores são unânimes em adiantar as *razões* desta atitude negativa: não correspondência entre os assuntos abordados nas aulas e as capacidades e competências cognitivas dos alunos; alguma falta de coordenação entre os níveis educativos; predominância da metodologia de ensino por transmissão-recepção de conhecimentos; ausência de trabalhos práticos; fracasso nas avaliações, muito centradas nos exames; algumas implicações negativas da ciência no ambiente; imagem deformada e empobrecida da ciência; limitação dos objectivos de ensino ao conhecimento declarativo; falta de conexão entre os conteúdos escolares e os problemas reais do mundo; e o facto de não se ter em conta as ideias prévias dos alunos (Espinosa e Róman, 1991; Solbes e Vilches, 1993; Matarredona, 1990).

Estas indicações e, concerteza, várias outras, serão aspectos a considerar, pois, como já afirmava Shrigley «*se podemos assumir que as atitudes não são inatas mas aprendidas, devemos então assumir que se pode ensinar uma atitude positiva face à ciência*» (citado por Herrera, 1993, p.27). Apesar de tudo, tem-se confirmado que as atitudes, importantes fontes de identificação e condicionadoras do comportamento, são, em regra, resistentes à mudança (Candeias, 1997).

Relativamente à *atitude dos alunos face à aprendizagem das ciências*, a evidência aponta, em geral, para uma fraca atitude perante a maioria das disciplinas de ciências (a Biologia parece ser excepção), como o confirmam os estudos de Díaz (1993b) e de Cachapuz et al. (citado por Martins, 1996). Por outro lado, parece que a atitude positiva dos alunos é tanto mais acentuada quanto mais jovens eles são e quanto maior é o contacto e o conhecimento das técnicas utilizadas no laboratório de ciências (Solomon, 1995a). Quanto à influência do sexo neste tipo de atitude, não há grandes diferenças, embora se reconheça serem necessários mais estudos sobre o assunto (Herrera, 1993).

## *Concepções e crenças dos alunos*

Relativamente às *concepções de ciência*, a investigação tem salientado algumas das conotações que têm sido detectadas, relacionadas com o termo "ciência". Gardner (citado por Nunes, 1996) identificou algumas: corpo de conhecimentos organizado acerca dos fenómenos naturais, como produto da investigação; modo de resolver problemas; processos de pensamento que geram o conhecimento científico; termo que se refere a um conjunto de disciplinas; sistema social; campo de trabalho; conhecimento capaz de ser usado pela tecnologia, o que conduz à separação da "ciência pura" da "ciência aplicada". Yager e Lutz (1995) ainda acrescentam que a ciência é normalmente vista pelas pessoas como os temas tratados nas aulas de ciências ou nos seus manuais escolares.

Para além desta diversidade conceptual, poderemos ainda afirmar, como Gil, Carrascosa, Furió e Torregrosa (1991) e Mas (1994), que nos nossos alunos abundam várias *visões deformadas da ciência*, como acontece, aliás, no público em geral (Schibeci, 1990). Pela sua importância para este trabalho, passaremos a destacar algumas dessas concepções deturpadas: a ciência vista de forma rígida, aproblemática, algorítmica, infalível e imutável; a ciência como a prática de um processo único; a ciência como elitista, não para todos, mas para uns tantos, os cientistas, que a usam e desfrutam para seu prazer; a ciência e a actividade científica como neutras, desprovidas de valores; a ciência vista no sentido comum, onde as ideias, as teorias são perspectivadas como algo óbvio (Pérez, Cudmani e Sandoval, 1993), familiar e estável; a ciência como actividade de génios que trabalham isolados (não se promovendo, desta forma, a ciência como consequência de um trabalho colectivo); a ciência como empreendimento ahistórico, assim se ignorando o papel da ciência ao longo da história da humanidade; a ciência encarada de forma analítica e parcial, fazendo parte das disciplinas tradicionais; a ciência encarada de forma absoluta, dogmática, terminal, algo bem expresso em frases comuns como «está cientificamente comprovado».

Quanto às *imagens que os alunos têm dos cientistas e da actividade científica*, constata-se que os alunos continuam a manter alguns esteriótipos clássicos: o cientista como indivíduo do sexo masculino, raça branca, de classe média-alta, "super-homem" da inteligência (Torres, 1975), vestido à europeu, calvo ou com os cabelos despenteados, fechado no laboratório (o que expressa uma imagem de ciência como organização cerrada), de bata branca por vezes suja, talvez pelas suas experiências perigosas, e com remendos na roupa (supõe-se que são mal

remunerados) (Solomon, 1993; Solomon, 1994). Crê-se, no entanto, que esta visão talvez tenha muito a ver com o tipo de instrumento de investigação (o desenho) e o convite à fantasia, com origem nos filmes cómicos, na banda desenhada e na televisão (Alvarez, Soneira e Pizarro, 1993).

Contudo, verifica-se alguma valorização do trabalho científico, talvez mais do que o esperado, como afirma Díaz (1993b), principalmente porque se verificou na última década, alguma tendência de fuga às carreiras científicas e de engenharia (Fourez, 1994).

A propósito das concepções dos alunos quanto às relações da ciência com a tecnologia e com a sociedade (*concepções CTS*), verifica-se que a concepção pública de ciência é deficitária. Os intervenientes no estudo de Díaz (1993b) declaram, a esse propósito, que desejariam saber mais das relações da ciência com a sociedade. Por outro lado, verifica-se que a tecnologia está posição subalterna em relação à ciência, e que em relação à adopção de decisões importantes em que a tecnologia está presente, há uma tendência para se adoptar um modelo tecnocrático, baseado na opinião de *experts* (Díaz, 1996)

Por último, várias investigações salientaram algumas *concepções dos alunos em relação à tecnologia e ao tecnologista*. Por exemplo, Moore (citado por Nunes, 1996) refere que muitos alunos relacionam a tecnologia com invenção e com o acto de fazer coisas, verificando-se alguma associação entre o cientista e o tecnologista, particularmente nas crianças mais jovens.

Já Rennie (citado por Nunes, 1996), numa outra investigação, concluiu que cerca de metade dos alunos não reconhecem os produtos da tecnologia (rádio, bicicleta, lápis,...) e só menos de metade são capazes de listar trabalhos técnicos. Por outro lado, muitos dos alunos relacionam a tecnologia unicamente com os computadores e com a electricidade, não reconhecendo, portanto, a diversidade e a forma como a tecnologia se implanta na sociedade. Por outro lado ainda, parece que a atitude dos rapazes face à tecnologia é mais favorável que a das raparigas, embora aquele autor saliente que noutros estudos tal diferença não parece tão significativa.

### 2.2.1.2. Concepções e práticas dos professores - "modelos" de professores

Se o panorama respeitante às concepções e atitudes dos alunos está bastante longe de ser o melhor, o mesmo parece acontecer com as crenças e atitudes dos professores, com a agravante de que aquilo que o professor diz conhecer e acreditar nem sempre se traduz em prática efectiva. De um modo geral, o pensamento do professor, associado às suas convicções, crenças, atitudes, hábitos, idade e origem socio-económica, pode afectar o seu comportamento na sala de aula e, nalguns casos, pode mesmo condicionar o seu próprio desenvolvimento profissional (Mas, 1994; Freire, 1994).

No que respeita às *concepções dos professores acerca da natureza da ciência*, Thomaz, Cruz, Martins e Cachapuz (1996) adiantam que tais concepções afectam as concepções dos alunos e influenciam o que se ensina, a forma como se ensina e o ambiente da aula. Existem, no entanto, algumas divergências na investigação no que se refere à relação entre as concepções dos professores acerca da natureza da ciência e o tipo de actuação na sala de aula: embora alguns estudos mostrem alguma correspondência parcial, outros, porém, registam contradições. Jiménez (1996) confirma estas divergências, recordando que a prática da maioria dos professores de ciências não regista grandes diferenças, independentemente das suas crenças, isto é, «*a reflexão sobre as suas concepções não garante de forma automática a sua transferência para a prática da aula*» (p. 298).

Contudo, a detecção destas crenças, juntamente com o conhecimento das práticas lectivas mais valorizadas pelos professores e sua vontade de mudança assumem um papel essencial, por forma a encontrarem-se estratégias capazes de alterar as menos adequadas, nomeadamente através dos mecanismos de formação de professores.

Os professores de ciências têm um importante papel na construção de uma adequada imagem da ciência que, no futuro, será veiculada pelos alunos (Praia, 1996). Vários estudos têm, porém, evidenciado que os professores dos diversos graus de ensino não possuem concepções adequadas acerca da natureza da ciência e que estas concepções não diferem substancialmente, das concepções dos alunos (Rubba e Harkness, 1993; Praia e Cachapuz, 1994). Os mesmos resultados foram encontrados num estudo efectuado por Jiménez (1996) que afirma que tais concepções são independentes dos seus antecedentes académicos; tal facto talvez se possa explicar pela inexistência de uma componente de "filosofia da ciência" nos

programas de formação de professores, associada à falta de reflexão prévia sobre a natureza do conhecimento científico.

Vários estudos (Jorge e Oliveira, 1988; Faria, 1991; Freire, 1994; Tobin, Tippins e Gallard, 1994; Carr et al., 1994; Stiefel, 1995; Jiménez, 1996; Thomaz et al., 1996; Bueno, 1997) têm, por outro lado, apontado para a existência de várias *categorias de pensamento dos professores relativamente às concepções sobre ciência*. A concepção que mais abunda nos professores corresponde a uma *visão académica*: a ciência como conhecimento, ou seja, como o conjunto de factos, leis e fórmulas estabelecidas pelos cientistas (o saber coisas e o saber das coisas). A ciência como descoberta é defendida pelos partidários de uma *concepção positivista-empirista-indutivista*, consubstanciada, muitas vezes, num realismo ingénuo, ou seja, numa concepção de ciência como busca da verdade absoluta, ou do "método" capaz de tudo descobrir (Praia e Cachapuz, 1994); a ciência como processo (o saber fazer coisas, observar, comprovar, etc.), no sentido positivista; e a ciência como explicação (saber dizer como funciona o mundo).

Muito poucos professores possuem uma *visão múltipla das finalidades da ciência*, talvez a mais adequada, na medida em que a ciência busca o conhecimento científico em si mesmo e a resolução dos problemas da humanidade (a perspectiva social da ciência, feita por indivíduos e para indivíduos), e uma *visão processual pluralista* no sentido de que não há um único método, mas sim vários métodos e que cada cientista e os seus colegas adoptam os métodos que consideraram mais adequados para o âmbito e estrutura do tema em investigação.

De modo semelhante, poucos são os professores que assumem uma *posição relativista da ciência*, no sentido de que a ciência está dependente de cada cultura e, portanto, não há critérios globais de demarcação, como adiantaria Feyerabend. De igual modo, poucos professores salientam o papel da comunidade científica, os actos criativos das descobertas, contrapostos aos falhanços, as crenças e os dilemas éticos dos investigadores, assim como a importância das ligações da ciência com a tecnologia e com a sociedade (*visão dinâmica da ciência*).

Relativamente às *concepções dos professores sobre as interacções ciência-tecnologia-sociedade*, um estudo de Rubba e Harkness (1993) identificou, a esse respeito, concepções alternativas. Quando se comparam professores em pré-carreira e professores em serviço, verificam-se os mesmos tipos de resultados.

Quanto às *concepções dos professores sobre o ensino e a aprendizagem das ciências*, existe evidência da existência de várias concepções de ensino não exclusivas (Hewson e Hewson, 1987). Um curioso estudo efectuado por González e Escartín (1996), relativamente às concepções dos professores de como se deve ensinar, permitiu identificar cinco categorias de professores, correspondentes a *cinco modelos de actuação*, de acordo com a interpretação que fazem do currículo formal e das decisões curriculares que desencadeiam (expressas nas práticas lectivas), modelos esses que poderão ser assim sintetizados:

- *o professor transmissor-receptor*: é aquele professor que adopta exclusivamente os objectivos expostos pelo Ministério; que dá ênfase quase exclusiva aos conteúdos, que adopta uma metodologia de tipo magistral, com exposição oral e eventualmente escrita; que utiliza como material de trabalho essencialmente o manual escolar adoptado e fornece alguns apontamentos, paralelamente à resolução de exercícios-tipo e, de vez em quando, realiza experiências do tipo ilustrativo;

- *o professor tecnológico (técnico, tecnocrático, eficaz, tecnicista, mecanicista, transmissor-estruturalista)*: será aquele professor que continua a adoptar os objectivos definidos pelos *experts* do Ministério, organizando-os de acordo com taxonomias disponíveis (a de Bloom é um bom exemplo), faz a sua programação baseada em objectivos específicos e terminais; adopta uma metodologia do tipo magistral e expositiva; e, no que se refere a recursos didácticos, utiliza materiais diversos e documentos na forma de fichas programadas;

- *o professor artesanal (humanista, activista, praticista, artista, naturalista)*: os objectivos iniciais são pouco definidores do seu trabalho; emprega uma metodologia activa envolvendo toda a turma, embora por vezes trabalhe em pequenos grupos; adopta uma comunicação interactiva e espontânea; os materiais são de diversos tipos e as tarefas são caracterizadas por grande flexibilidade e variedade, com exercícios e problemas, recorrendo a experiências intercaladas com explicações;

- *o professor descobridor, investigativo*: estabelece os objectivos marcados pelos interesses dos alunos; as suas aulas são baseadas em pequenas investigações de larga duração, baseadas na descoberta apoiada, de acordo com o método dos projectos ou centros de interesse; daí a menor ênfase atribuída aos conteúdos e à matéria disciplinar, em si. Dá prioridade à comunicação entre alunos. Os materiais

são adaptados ao trabalho de investigação e pretendem ser de livre acesso no decorrer da investigação;

- o *professor construtor (construtivista, crítico, reflexivo, investigador na aula)*: estabelece objectivos de acordo com as ideias prévias dos alunos e que abrangem os conhecimentos, as atitudes, as habilidades e os processos; a planificação das actividades é negociável; propõe a resolução de problemas por investigação, utilizando uma metodologia activa por descoberta guiada; dá prioridade aos processos; pugna pela existência de uma biblioteca na sala de aula e incentiva a organização do caderno do aluno; organiza actividades e experiências relacionadas com o tema, que segue de perto.

Saliente-se que os modelos encontrados pelos investigadores não correspondem integralmente aos retratados, podendo encontrar-se professores caracterizados pela simbiose de vários modelos. De igual modo, num estudo similar ao anterior, divulgado por Utges, Jardon, Fernández e Welti (1997), envolvendo professores argentinos, encontrou-se igualmente cinco grupos de professores, com concepções semelhantes aos grupos atrás referidos, e que os autores denominaram por social, integrado, ortodoxo, pragmático e construtivista-indutivista.

O primeiro modelo antes citado, o da transmissão-recepção, é francamente o mais utilizado pelos professores, o que corresponde à manutenção dos métodos tradicionais nos tempos actuais, conforme é demonstrado por muitas outras investigações (Gil et al., 1991; Jiménez, 1996; Saltier, Méhaut e Kaminski, 1997; Callejas, 1997; Carniatto e Fossa, 1997).

Num outro extremo, embora em muito menor número, parece encontrar-se um outro grupo de professores, os "construtores de conhecimentos", dando destaque ao papel do aluno enquanto construtor do seu próprio conhecimento, e o professor como aquele que propicia situações favoráveis à aprendizagem (Saltier et al., 1997; Callejas, 1997).

Também a concepção mecanicista parece estar, ainda, bem representada entre os professores, conforme foi recentemente demonstrado num estudo divulgado por Badillo e Miranda (1997), ao confirmar que a maioria dos professores colombianos se movem dentro desta linha, onde o trabalho do professor se limita ao cumprimento de objectivos de aprendizagem previamente definidos.

Existem ainda muitas outras concepções dos professores sobre o ensino e a aprendizagem das ciências que merecem ser destacadas, principalmente porque, cada vez mais, são hoje postas em causa: quanto mais se ensina mais se aprende; o aluno que não aprendeu é porque é limitado nas suas capacidades ou porque os professores não o ensinaram (Valente, 1996); os alunos têm maiores potencialidades face à ciência do que as alunas; o conhecimento descontextualizado pode ser transferido sem problemas para situações do quotidiano; e quanto maior for a insistência do ensino mais eficaz será a aprendizagem.

Por último merece referência um estudo efectuado por Carmo (1995) que procurou investigar a *relação entre as concepções dos professores acerca do programa e as intenções curriculares* (no programa de Ciências da Natureza do 2º ciclo do ensino básico). Das conclusões deste trabalho saliente-se uma inadequação entre o que os professores deveriam desenvolver e o que entendem que o programa quer que eles ensinem, ou seja, *as concepções curriculares nem sempre são acompanhadas por mudanças de actuação dos professores*. De acordo com a maioria dos professores, o programa continua a direccionar-se para a apropriação dos conteúdos (o que contraria as intenções da última reforma de ensino portuguesa); por outro lado, a maioria dos professores parece não atender às inovações presentes nas intenções da introdução dos programas, o que parece justificar a análise de Paixão (1993) de que os professores revelam um grande desconhecimento dos textos dos programas.

Posição semelhante é assumida por Felgueiras (1993), ao adiantar que os professores possuem orientações epistemológicas pouco estruturadas e muito afastadas das teorias curriculares, orientações essas mais conseguidas pela própria experiência como alunos, pelos sucessos e atropelos na sua prática directa e pelo contacto com os materiais didácticos disponíveis, do que com a prática derivada da formação inicial, onde raramente há oportunidade de se reflectir sobre o significado do conhecimento e as orientações epistemológicas relacionadas com o conteúdo curricular. Assim sendo, o professor planifica o seu trabalho, selecciona os seus materiais e não está condicionado unicamente pelo campo pedagógico onde actua, mas é estruturado pelas representações implícitas que tem do saber científico, ou seja, por uma espécie de "epistemologia espontânea".

### 2.2.1.3. Indicadores socio-económicos

Alguns sinais preocupantes ao nível das opiniões das populações para com a ciência e para com a actividade científica teimam em manter-se e, como tal, poderão ser indicadores de alguma ineficácia por parte da educação em ciências, em geral, ao não conseguir modificar tais concepções.

Até à década de 50, ainda reinava o sentimento generalizado de progresso. Adivinhava-se um futuro moderno e científico capaz de tudo resolver, particularmente os problemas que desde sempre afligiram as populações, como as doenças e a carência económica das famílias com o aumento de empregos mais bem remunerados. Nas décadas seguintes, porém, as ideias das pessoas são bem diferentes: já não se acredita que as sociedades continuem a crescer, desconfia-se de tudo e tudo parece estar corrupto, há um grande cepticismo em relação ao futuro onde o Homem e a Natureza parecem estar condenados. Gradualmente, o optimismo científico e tecnológico veio dar lugar a pessimismo e desconfiança, particularmente naqueles aspectos que afectam a dimensão humana, ou porque jogam com os valores tradicionais, ou porque afectam directamente as populações (material de guerra, produtos poluentes, tecnologias no trabalho que originam ansiedade ...) (Ogborn, 1988).

Num documentário francês passado na televisão portuguesa (15/3/97), com o título "Os novos Franksteins", foi feita uma análise de 52 filmes de ficção científica, tendo-se chegado à conclusão de que só 3 eram optimistas em relação ao futuro. Ora, acreditando que os filmes podem retratar um pouco a realidade social, é evidente este sentimento de desconfiança em relação ao que virá a acontecer.

Neste cenário cinzento cresceu uma *cultura anti-experiências científicas* e uma *imagem negativa da tecnologia*, em parte motivada pelas consequências negativas da intervenção da tecnologia. As comissões de ética, até há pouco tempo confinadas aos hospitais para se pronunciarem sobre experiências perigosas, proliferam agora nos vários âmbitos da sociedade e, muitas vezes, tendem a controlar e a eliminar algumas das importantes experiências. Por outro lado, o controlo da actividade na indústria é hoje uma realidade.

As comissões de ética, a legislação que tende a limitar a actuação do cientista, a falta de mecenas que facilitem a promoção da investigação e um sentimento de auto-censura que se instala no cientista, que evita fazer determinado

tipo de experiências com medo de ser atacado, tudo isto certamente conduzirá a um atraso na investigação científica, conforme foi destacado no referido documentário.

Estes receios face às experiências científicas inovadoras, não correspondem, todavia, à *ideia geral do público para com a ciência*. Por exemplo, num inquérito passado à opinião pública portuguesa (adaptação de inquéritos semelhantes realizados noutros países da união europeia) acerca da ciência e das consequências desta sobre a vida das pessoas (Dias, Gonçalves, Oliveira e Ramos, 1987), alguns dos resultados podem comprovar uma *atitude positiva do público para com a ciência*, admitindo-se que a ciência pode melhorar muito ou alguma coisa das nossas vidas e que as descobertas científicas e suas aplicações foram importantes nas mudanças da vida dos portugueses na segunda metade deste século. Este sentimento de sucesso e de esperança, não é, contudo, partilhado por 57% da população relativamente às consequências malélicas das aplicações da ciência (imagem negativa da tecnologia) e às próprias descobertas da ciência que podem ter efeitos muito perigosos, sendo esta situação mais pronunciada pelos jovens inquiridos e pelos mais instruídos.

Outro dado interessante deste estudo é que na faixa etária 15-24 anos das pessoas entrevistadas, coincidente com a dos nossos alunos do ensino secundário e do ensino universitário, 53% consideram que se aprende ciência especialmente através da comunicação social; de igual modo, 55% da população em geral concorda que a ciência ensinada nas escolas não é suficiente. Ambos os dados são elementos importantes para reflectirmos sobre o estado da nossa educação em ciências relativamente ao conhecimento que se faculta ao aluno. É que, como acrescentam Casimiro e Faisca (1989), o conhecimento e as atitudes da população em relação à ciência e à tecnologia que é permitido pela informação (escolar ou não), são dois elementos importantes que influenciam a determinação da aceitação das tecnologias e do financiamento da sua investigação, ao mesmo tempo que proporcionam ao público o envolvimento na tomada de decisões.

#### 2.2.1.4. Indicadores de analfabetismo científico

Desde a década passada, tem-se dado particular atenção aos índices de alfabetização das pessoas, não só como retrato do grau de desenvolvimento das sociedades, mas também como reflexo da educação dessas sociedades.

Abdicando da problemática conceptual em torno do conceito de "alfabeto" (ou, inversamente, de "analfabeto"), e partindo da noção de senso comum, "ser ou não ser capaz de...", gostaríamos de destacar alguns dados de analfabetismo que, um pouco por todo o mundo, têm vindo a ser salientados. Note-se, no entanto, que faz sentido aceitar a recomendação da UNESCO de que os níveis de escolaridade só se devem utilizar como indicadores de analfabetismo funcional na falta de outros estudos que permitam abordar especificamente essa problemática (Recasens, López, Guiu, González e Flecha, 1990). Assim, qualquer que seja o nível de escolaridade, será necessário ter em conta que não se avalia o índice de alfabetização por o aluno ter frequentado nove anos de escolaridade, por exemplo, mas pela capacidade dessa pessoa realizar os objectivos específicos desse nível (Kozol, 1987).

Em primeiro lugar, deve destacar-se que os estudos apontam para que a problemática do analfabetismo funcional não afecta menos os jovens saídos das instituições escolares do que outros sectores da população (Kozol, 1987). Por outro lado, nenhum país, por mais desenvolvido que se considere, está imune a este problema (conforme se constatou já em 1989 aquando da 25ª sessão da Conferência Geral da ONU para a Educação, Ciência e Cultura), facto que se deve às constantes transformações económicas e à mudança tecnológica que geram recaídas no domínio do analfabetismo profissional (Seabra, 1991).

No entanto, cremos que o problema do analfabetismo em ciência e em tecnologia também encontra as suas raízes no modelo de educação tradicional. Efectivamente, existem imensos dados que retratam esta situação: bastante dificuldade de os alunos aplicarem o conhecimento e os procedimentos que era suposto terem aprendido para a resolução de problemas da vida real, qualquer que seja o nível de escolaridade, o que denuncia a ineficácia das aprendizagens. É neste sentido que Yager (1995) afirma que os melhores estudantes são bons e boas «actores e actrizes aprendendo as palavras, a linguagem, os procedimentos» (p. 226) até chegado o momento de usar esses conceitos e esses procedimentos em nova situação.

Nos anos 80, e no início desta década, foram, nos EUA, desenvolvidos vários estudos por várias instituições ligadas à educação, tendo-se chegado à conclusão da existência de um péssimo panorama no âmbito da alfabetização. Vejamos alguns exemplos mais significativos:

- os EUA ocupavam o 49º lugar entre os 158 estados membros das Nações Unidas relativamente ao grau de alfabetização da população, considerando-se apenas cerca de 25% funcionalmente literada (Kile, 1995);

- mais de um terço da população adulta norte-americana (35 milhões de pessoas) tem um nível de leitura bastante inferior ao necessário para sobreviver na nossa sociedade (analfabetos funcionais) e outros 54 milhões são considerados semi-analfabetos;

- 25 milhões de indivíduos não conseguiam ler com cuidado as precauções escritas num frasco de pesticida, nem uma carta escrita pelo professor do seu filho, nem a primeira página de um periódico;

- grande parte dos adultos desempregados não dispõe de conhecimentos suficientes para que possa conseguir trabalhos de especialização técnica;

-os alunos dos EUA encontram-se muito abaixo do nível internacional na resolução de problemas;

- um estudo relativo à avaliação nacional do progresso educativo, efectuado em 1986, pela "*National Assessment of Educational Progress*" (NAEP) indicava que o sucesso médio dos indivíduos de 17 anos se encontrava bastante mais baixo do que em 1969 (Rutherford e Ahlgren, 1995) e que se registava uma idêntica *performance* no conhecimento científico, decorridas que foram quase duas décadas (Mathews, 1994);

- testes efectuados em 1992 a propósito da literacia nos adultos, vieram comprovar que mais de metade dos cidadãos não possuía o nível de literacia considerado ideal pelo "*National Educational Goals Panel*" (Gronlund, 1993).

No Reino Unido, investigações semelhantes conduziram à conclusão de que a quase escolarização de toda a população naquele país não elimina este problema (Recasens et al., 1990).

Em Novembro de 1993, no decorrer do colóquio "O futuro da cultura científica europeia", realizado em Lisboa, Jon Miller (Universidade de Northern Illinois) afirmava que apenas 5% da população europeia e 7% da população norte-americana possuíam uma cultura científica mínima (Martins, 1995b).

Relativamente a Portugal, embora os estudos não abundem, o retrato não será muito diferente do acabado de traçar. Um estudo internacional, que decorreu em 1990/91, o TIMSS (Terceiro Estudo Internacional em Matemática e Ciências), promovido pela "*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*" (IEA), um organismo independente do qual fazem parte centros de

pesquisa sobre o ensino de 53 países (Portugal encontrou-se representado pelo Instituto de Inovação Educacional), trouxe alguns elementos que bem podem servir de indicador do estado da educação em ciências no nosso país. De entre outras conclusões, o estudo permitiu verificar a posição que os diferentes países ocupavam no desempenho em Matemática e Ciências, estando Portugal na cauda dos 26 países referenciados. Assim, no primeiro relatório publicado no final de 1996 e no que se refere ao 7º e 8º ano, o nosso país era o pior da Europa a Matemática e o antepenúltimo a Ciências; num segundo relatório apresentado em Junho de 1997 e referente ao 3º e 4º ano de escolaridade, Portugal aparecia à frente da Islândia, Irão e Kuwait (no caso de Matemática) e do Chipre e da Tailândia, no caso das Ciências (Neto, 1997).

Em 1995 foi tornado público o Estudo Nacional de Literacia, avaliando as competências de leitura, escrita e cálculo da população portuguesa, realizado pelo Instituto de Ciências Sociais de Lisboa. O estudo mostrou o baixo nível de literacia da população portuguesa (quase metade entre o nível zero e o um) (Sequeira, 1996).

Todas estas constatações conduziram a que os países passassem a estar mais atentos a este tipo de indicadores, pois, como afirmou Mathews (1994), *«as fundações educacionais da nossa sociedade estão presentemente sendo corroídas por uma corrente ascendente de mediocridade que ameaça o nosso futuro como nação e como pessoas»* (p. 29). Daí os dois grandes objectivos que começaram a ser adoptados desde 1983 por todos os países desenvolvidos, aquando das reformas dos seus sistemas de ensino, o de "literacia científica e tecnológica para todos", que viria a culminar com dois mega-projectos, um nos USA, o Projecto 2061, e outro no Reino Unido, o "British National Curriculum".

## **2.2.2. Algumas razões da crise do ensino das ciências**

### **2.2.2.1. Mudanças das características da sociedade contemporânea**

As mudanças nas sociedades não são um fenómeno exclusivo do nosso tempo. Quando, no início deste século, os países mais desenvolvidos começam a passar de uma sociedade agrária para uma sociedade industrial, sentiu-se a necessidade da educação acompanhar tais alterações, uma vez que a industrialização exigia um novo conhecimento, novas capacidades e um novo tratamento humano

para adaptação às novas tarefas exigidas pela indústria. Assim se iniciaram a construção de novas escolas, se iniciou a preparação dos professores e o estabelecimento de um novo currículo para fazer face às condições sociais, económicas, vocacionais e às novas necessidades dos jovens (Hurd, 1994). No entanto, o currículo de ciências não acompanhou as inovações que se propunha para toda a educação, razão pela qual várias propostas de objectivos para o ensino foram sendo apresentadas nas décadas que se seguiram.

A partir dos anos setenta, porém, o mundo é afectado por profundas mudanças, com origem nos mais variados contextos (geográficos, étnicos, sociais, familiares, económicos, políticos, culturais), de maior extensão que as anteriores revoluções, e que atingem a sociedade contemporânea, pela passagem de uma economia industrial para uma sociedade de conhecimento intensivo (Hurd, 1994). Tudo se transforma: o que hoje é novidade logo se torna arcaico e obsoleto. Coombs (1989) identifica algumas mudanças que tiveram e continuam a ter enorme impacto sobre a educação: mudanças económicas (relacionadas com o excedente de mão-de-obra qualificada; o fenómeno de emigração; a inflação do preço do petróleo, que se iniciou em 1973 e que prosseguiu até aos anos oitenta; e os progressos tecnológicos e a evolução das estruturas económicas); instabilidade política e conflitos que se fizeram sentir um pouco por todo o mundo; e a explosão demográfica que se iniciou, principalmente a partir do final da segunda grande guerra. Por outro lado, as novas políticas de desenvolvimento começam a acreditar na educação e na formação como formas de proporcionar esse mesmo desenvolvimento, o que veio a traduzir-se na evolução da noção de "educação", que transbordou a noção de escolaridade para se associar à de aprendizagem, qualquer que seja o local, o método e a idade onde ocorre essa aprendizagem (noção de aprendizagem permanente).

Por outro lado, os jovens adolescentes de hoje não são tão saudáveis como habitualmente se considera. As informações dos meios de comunicação, as constatações que fazemos nas nossas escolas e os relatórios das várias entidades ligadas ao ensino e à saúde dão-nos indicações de que os jovens de hoje têm problemas com o abuso de álcool e com o consumo de drogas e de tabaco; há indicações de *stress*; existem bastantes casos de suicídio; abundam casos de pobreza e mesmo de sub-nutrição.

No entanto, o mundo que seria possível adivinhar, cada vez mais complexo e distante, parece estar a transformar-se naquilo que se costuma designar como a "aldeia gigante", favorecida quer pelas tecnologias da informação, ao converterem a

comunicação em comunicação de massas influenciando a estrutura, a organização do pensamento e os valores (Casais, 1992), quer pela interdependência cada vez maior dos estados, das políticas, das economias e das tecnologias (A. Rodrigues, 1991). Neste mundo global, dois dos aspectos que realmente mudaram a face da nossa vivência são, por um lado, a enorme quantidade de novo conhecimento gerado pela ciência e pelo desenvolvimento tecnológico e, por outro, as novas exigências profissionais para um novo mercado de trabalho que surgiram perante as mutações tecnológicas.

O mercado de trabalho está dependente de factores múltiplos derivados da instabilidade: por um lado, o desemprego afecta praticamente todos os países, mas por outro lado, assistimos a um *deficit* de pessoal qualificado. Daqui a necessidade premente da qualificação específica a par de uma formação global de qualidade, pois cada vez mais se valorizam as ideias, o pensamento, a "matéria cinzenta", o puro conhecimento.

Mas, segundo Hurd (1994), a educação actual não está ajustada para fazer face às necessidades do próximo século, possivelmente marcado por extensas mudanças, pelo que se necessita de um novo currículo de ciências para a educação básica, pois é aqui que uma geração de estudantes maiores perdas terá se tiver um modelo de currículo "fora de moda".

#### 2.2.2.2. Mudanças nos mecanismos de formação - o papel dos *media*

Num inquérito à opinião pública portuguesa sobre ciência (Dias et al., 1987), a que já atrás nos referimos, constatou-se que mais de metade das pessoas inquiridas (58%) afirmavam ter aprendido mais sobre ciência através da comunicação social do que através da escola, e que 62% das pessoas revelavam interesse sobre artigos científicos em jornais e revistas e em programas televisivos. Estes elementos são sintomáticos do papel actual da comunicação: além da evidente função de entretenimento, tem também um fundamental papel de informação.

A ciência está hoje relativamente bem representada, quer na televisão e na rádio, quer nos meios de comunicação escritos; quer sob a forma de programas, séries ou artigos identificados especificamente como científicos (vida animal, os grandes inventos, as novas tecnologias, saúde pública...), quer nas notícias ou nos

programas de actualidade. A inegável atracção pela imagem e pela cor que é proporcionada pelos *media*, outro tipo de informação mais geral, mais actual e mais próximo do contexto quotidiano, associada à informação desprendida da avaliação directa, fazem da comunicação social uma séria concorrente da escola.

No caso concreto da televisão, Aikenhead (1988) confirmou que esta é muito mais influente na aquisição de crenças acerca da ciência do que muitos dos tradicionais cursos de ciências. Podemos mesmo afirmar que a TV é, de entre os *media*, o concorrente mais forte da escola, uma vez que ver televisão parece ser a actividade a que os alunos dedicam mais tempo fora das aulas. A escola tem estabelecido com ela posições contraditórias: pois, por um lado, atribui-lhe responsabilidades pelo insucesso dos alunos e mesmo pelo fracasso da instituição escolar, mas, no entanto, educa-se ignorando a televisão, como se ela fosse um elemento inofensivo, não lhe dedicando tempo suficiente para formar bons telespectadores.

Por isso, mais do que encontrar nos *media* um inimigo que tenta roubar a atenção da educação científica escolar, a perspectiva actual, e talvez a mais correcta, aponta para encontrar na formação científica extra-escolar um precioso aliado nessa obra que é a formação em ciências. De facto, os dois mecanismos de informação não são incompatíveis no âmbito de uma formação básica em ciências, tendo cada um deles uma função muito própria: enquanto que a formação científica escolar deve proporcionar ao estudante as aquisições elementares gerais capazes de proporcionar ao futuro cidadão conhecimento e capacidades possíveis de entender o mundo, já a informação científica facultada pela comunicação social fornece informação mais próxima, concerteza mais actual que aquela informação que, pela indisponibilidade temporal, não pode ser abordada na escola.

Por outro lado, todos conhecemos as vantagens de trazermos para a sala de aula certos programas de televisão ou de recortes de jornais, para com eles iniciarmos percursos educativos ou, pelo menos, como complementos de informação do que foi abordado nas aulas.

Porém, muitos têm sido os problemas que se têm levantado a esta mesma comunicação social na sua influência no público, particularmente no âmbito da formação científica. Os jornalistas geralmente revelam falta de formação para trabalhar convenientemente temas específicos; daí a dificuldade do jornalista em ter de assimilar informação provinda de outra pessoa e de adaptar esse texto às

limitações de espaço disponível, utilizando em simultâneo um tipo de linguagem acessível à sua audiência ou leitores; por outro lado, a tónica das críticas cai geralmente na inevitável escolha de notícias sensacionalistas: as catástrofes ou as grandes descobertas, muitas vezes carentes de suficiente confirmação (falsos alarmes); por outro lado ainda, têm sido identificados o pouco rigor e muitas vezes a distorção da informação científica.

### 2.2.2.3. Persistência das características tradicionais da educação científica: os programas e a actuação nas aulas

Grande parte da literatura em didáctica das ciências tem apontado os programas das disciplinas científicas e os modelos implícitos de actuação nas aulas como estando na base da crise do ensino das ciências. Relativamente aos *programas escolares*, algumas das críticas não se afastam muito do seguinte:

- excessiva compartimentação das ciências (Yager e Penick, 1983), em disciplinas, temas, lições, o que conduz à sobrecarga de fragmentos desconexos, impede uma visão global da ciência e limita a actuação do aluno na vida real, onde os problemas não surgem isolados (Santome, 1994);

- programas caracterizados por um academicismo e por uma extensão injustificáveis, até mesmo no ensino secundário (M. E., 1997) - este aumento de formalismo científico dos conteúdos programáticos é particularmente acentuado na passagem do 2º para o 3º ciclo do ensino básico, como assinala Trindade (1996);

- visão da ciência como uma acumulação de factos, de dados, de conhecimentos, ignorando, muitas vezes, os processos de obtenção desse conhecimento (Solomon, 1995a). Esta enorme quantidade de conhecimentos pode assemelhar-se a uma «*carreira de obstáculos, na qual o atleta se se detiver um momento a examinar o obstáculo perde a prova*» (Delval, 1994);

- conhecimento escolar descontextualizado, fora do quotidiano e dos problemas sociais, afastado dos centros de interesse do aluno e sem contemplar os aspectos vocacionais (Santome, 1994);

- informação fornecida quase nunca dirigida à transformação das concepções alternativas, pretendendo-se, antes, a memorização dessa mesma informação;

- ausência quase total da história da ciência e dos cientistas;

- ausência do tratamento de problemas de interface ciência-tecnologia-sociedade, característicos da moderna sociedade tecnológica (Sequeira, 1988; Solomon, 1993);

- currículos, muitas vezes, desequilibrados, verificando-se a existência de assuntos que são tratados repetidamente e com pormenores desnecessários, enquanto que outros, talvez com maior importância, são apenas reservados para alguns alunos (Rutherford e Ahlgren, 1995).

*A actuação tradicional dos professores de ciências parece contribuir para manter a ciência longe das necessidades dos tempos actuais, o que poderemos sistematizar do seguinte modo:*

- parece ignorar-se a especificidade da construção do conteúdo das disciplinas de ciências, ou seja, «*o conteúdo é passado para os alunos de maneira idêntica a qualquer outro conteúdo dessa e de outra disciplina*» (Praia, 1996, p.108);

- dá-se atenção à aquisição de muito conhecimento científico e das ideias muito detalhadas (Rutherford e Ahlgren, 1995), ignorando-se os aspectos históricos, sociais, de relação com o meio e os procedimentos que conduziram à sua descoberta (Carmen, 1975; Solomon, 1995a; Santos e Valente, 1995 b), estando implícito o objectivo de preparação dos alunos para o próximo nível de escolaridade (Yager e Penick, 1983);

- subordinação das ideias aos factos, segundo o paradigma metodológico chamado "método científico", como se os conceitos científicos tivessem sido descobertos instantaneamente (Santos e Valente, 1995 b);

- aulas muito conduzidas por normas e procedimentos, permitindo uma pequena extensão do conhecimento científico (Macashill e Ogborn, 1986);

- operativismo: traduzido na aplicação mecânica de fórmulas, símbolos, controlo rigoroso e quantitativo;

- empirismo: concretizado no relevo à observação e à experimentação "neutras", ignorando-se o papel que o pensamento divergente ocupa no trabalho científico (Solbes e Vilches, 1989), ou seja, o papel das hipóteses favorecedoras do pensamento criativo (Perez, 1994);

- predominância do ensino expositivo-receptivo, em que se definem conceitos e se relatam factos e conclusões (Fonseca, 1996), havendo pouca ênfase na construção dos conceitos, uma vez que raramente se desencadeiam estratégias conducentes à detecção das ideias prévias do aluno (Santos e Valente, 1995b). Com esta postura, o professor assume-se "omnipotente", detentor de toda a informação que o aluno deve possuir, restringindo o interesse e a atenção dos alunos (Yager e Lutz, 1995);

- ausência de situações que contribuam para a formação dos alunos como futuros cidadãos, preparando-os para a valorização crítica e a tomada de decisões

(Solbes e Vilches, 1989) ou para a escolha de direcções positivas para a vida (Cid, 1995);

- temas e actividades desligados da sociedade, dos problemas sociais, da vida dos alunos (Yager e Lutz, 1995), dos valores humanos, da técnica e não reveladoras das implicações ambientais, socio-culturais e económicas da Ciência (Kirkham, 1989) e da forma como tais interacções influenciaram a vida dos povos (Saraiva, 1995);

- inadequação do ritmo das aulas ao ritmo de aprendizagem dos alunos, com pouco tempo para a consolidação das ideias (Mas, 1994);

- pouca realização de trabalho laboratorial (Yager e Penick, 1983); quando incluído na planificação é rotineiro, pré-programado, voltado essencialmente para a verificação e, portanto, com pouca utilidade no processo de resolução de problemas;

- predominância do manual escolar, sendo possível afirmar que este, em muitos casos, define o currículo (Tobin, Tippins e Gallard, 1994) e determina a actuação nas aulas e a avaliação (Yager, 1993; Yager e Lutz, 1995; Santos e Valente, 1995b);

- avaliação centrada nos conteúdos (Solbes e Vilches, 1992), no recalcar da informação (Yager, 1993; Yager, 1995), das leituras do manual escolar (Yager e Lutz, 1995);

- finalidade implícita na formação de jovens cientistas, de investigadores, quando se sabe que só cerca de 2/1000 indivíduos prosseguirão no futuro uma carreira como investigador (Ziman, 1986);

- pouca atenção ao estádios de desenvolvimento cognitivo do aluno, dado que é sabido que, para que o aluno construa novas estruturas mentais já deve possuir estruturas cognitivas capazes de entender as novas experiências que lhe são apresentadas; se tal não acontecer, tenderá a distorcer a realidade enveredando por estratégias de memorização limitadas temporalmente (César, 1988).

Como resultado desta longa listagem de problemas na prática do ensino das ciências, a literatura tem inventariado as seguintes *consequências* desfavoráveis nos alunos:

- fraca aplicação do conhecimento científico na resolução de problemas simples do quotidiano, uma vez que o saber prático é diferente do conhecimento aprendido segundo uma perspectiva disciplinar (Santos e Valente, 1995b; Alexandre, 1995);

- fracas bases de conhecimento científico, insuficientes para atender às exigências dos estudos superiores (Barbosa, 1991), o que denota o rápido esquecimento do conhecimento memorizado;

- utilização superficial dos conhecimentos escolares e geralmente, quando utilizados, fornecem explicações confusas e erróneas; daí que os alunos tenham muita dificuldade de discutir temas tecnológicos e recorram às suas próprias explicações e não às da escola relativamente a muitos fenómenos (Delval, 1994);
- e visões deformadas do cientista e da ciência.

### **2.3. PARA UMA NOVA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.**

Acabámos de apresentar uma extensa lista de problemas que têm sido detectados no ensino-aprendizagem das ciências, e de vários desfasamentos do currículo de ciências em relação às necessidades da vida actual. A mudança impõe-se, pois, como palavra de ordem nas questões educativas. No entanto, para se efectuar qualquer mudança no campo educativo deve-se ter em conta outros referenciais que tal mudança pode envolver: é que o sistema educativo é um "sistema" complexo, onde interagem os currículos, os professores e a sua formação, os métodos de avaliação, os processos de gestão curricular e a organização, gestão e funcionamento das escolas (M.E., 1996).

Por outro lado, as grandes mudanças têm-se revelado ineficazes, sugerindo-se então que as verdadeiras mudanças devam ocorrer ao nível da escola ou de grupos de escolas. Tal não significa que a equipa ministerial não tenha interferência no processo de mudança, pois a esse nível poderão ser traçadas as metas e as aprendizagens pretendidas, enquanto que, a nível da escola (o principal agente de mudança), deverão ser criadas as condições para se desenvolver, por exemplo, um trabalho curricular mais autónomo e onde tenha lugar não só o desenvolvimento de experiências, como o uso e a divulgação de outras experiências educativas.

Estas experiências educativas e as ideias a elas subjacentes estão e estiveram no passado na base das mudanças da educação em ciências. Hoje em dia, encontramos-nos numa encruzilhada de diferentes ideias, de valor inegável, de tal forma que as exigências actuais passam mais por pôr em prática critérios e metodologias já há muito defendidos, do que proceder a investigações para se descobrir novas propostas. E, cremos nós, que o principal problema reside precisamente aqui: como encontrar os necessários consensos para que esses critérios

e essas metodologias não sejam relegados para planos secundários. É neste sentido que apresentamos, de seguida, uma abordagem dos principais aspectos que os diferentes autores têm salientado como essenciais para uma educação em ciências de vanguarda.

### **2.3.1. Alguns critérios básicos para uma nova organização curricular**

O conceito de *currículo* não é sinónimo de "*programa*". Trata-se de um conceito muito mais vasto e que engloba, nomeadamente: o programa em si mesmo (sequência e distribuição de temas) que deve ser visto como um instrumento e não como um fim; os conteúdos (conceptuais, atitudinais e procedimentais); os modelos de ensino; o papel do professor e de outros actores da dinâmica educativa; os mecanismos de aprendizagem do aluno e, particularmente, o papel das ideias prévias; a relação do currículo com outras áreas ou matérias, numa perspectiva de currículo integrado, e onde tenha lugar um adequado equilíbrio entre os conteúdos, os processos e os contextos; as relações com a realidade extra-escolar; e a história do conhecimento (M.E., 1996). Neste sentido, um currículo deve ser um projecto organizado e intencional com vista à promoção de aprendizagens, umas comuns e outras específicas para cada situação. Deste modo, o currículo deve ser assumido como algo próximo dos alunos, dos professores e de toda a comunidade, e não como a listagem escrita de temas que obrigatoriamente têm de ser transmitidos, estando, assim, mais de acordo com as novas visões construtivistas do ensino-aprendizagem (Tobin, Tippins e Gallard, 1994).

Pela actualidade que o problema da mudança curricular tem no nosso país, numa altura em que se vivem as consequências da "Reflexão participada sobre os currículos do ensino básico" e do debate sobre o futuro do ensino secundário, passaremos a enumerar alguns desses critérios elementares que constam das propostas de concepções curriculares mais actuais na sociedade ocidental e que mais à frente desenvolveremos.

#### **a) O problema da obrigatoriedade/não obrigatoriedade do currículo**

Actualmente, assiste-se em muitos países (Noruega, Itália, Holanda, por exemplo) a movimentos que defendem a descentralização dos poderes, canalizando

esse poder para as regiões e, de certa forma, para as escolas. Segundo Solomon (1995a), existem duas vantagens imediatas para a educação em ciências se tal vier a acontecer: em primeiro lugar, o poder local sobre as escolas favorece uma educação em ciências mais relevante e com mais interesse para o aluno; em segundo lugar, permite que a comunidade local seja obrigada a dar mais atenção à própria educação, proporcionando-se condições para um aumento de recursos, do envolvimento dos pais e da participação da indústria, comércio e forças culturais locais.

Estritamente ligado ao controlo local da educação, a adequação dos currículos às realidades das zonas de enquadramento das escolas pode conduzir a um currículo mais flexível e nalguns casos diferenciado, o que coloca em causa a existência de um currículo uno, obrigatório e rígido. Existem países ou regiões autónomas onde da parte do poder central apenas são elaboradas algumas recomendações básicas, deixando então plena liberdade de actuação às escolas, aos professores ou aos governos locais, como acontece com as comunidades belgas e alemãs, onde cada uma elabora o seu próprio currículo (Solomon, 1995a). Noutros países da União Europeia (na Espanha e em certas regiões do Reino Unido, por exemplo) passa por ser estabelecido um conjunto de aprendizagens nucleares definidas a nível nacional, contempladas com uma percentagem estabelecida do tempo disponível (por exemplo, 60%), às quais se associam outros conteúdos, áreas ou temas, de acordo com a realidade local e adoptadas por cada escola. Noutros casos ainda (ex: Itália), embora o currículo seja estabelecido centralmente, é dada margem suficiente para lidar com ele, de tal modo que se verificam variações substanciais de região para região, de cidade para cidade e mesmo de escola para escola.

#### b) A extensão do currículo e o tempo disponível

Para que o currículo resulte equilibrado, deverão ser adiantadas as aprendizagens consideradas essenciais e o tempo que se julga disponível. É claro que tal não é tarefa fácil, pois passa por complexas negociações com outras disciplinas e, normalmente, embate com interesses corporativos. No entanto, existem aspectos que devem ser repensados, como por exemplo a utilidade do carácter cíclico da aprendizagem.

c) A importância relativa dos conhecimentos conceptuais, procedimentais e atitudinais

Um currículo não pode só pretender o tratamento dos conteúdos (o "saber"): torna-se igualmente útil que o aluno tome contacto com os procedimentos (no caso concreto, com os procedimentos científicos), o "como fazer"; o "saber fazer", ou seja, a aplicação do conhecimento pelo uso de *skills* e de alguma tecnologia (Gil et al., 1991); e, ainda, o desenvolvimento de atitudes.

d) Modelo de ensino activo e centrado no aluno

Ao afirmar-se que o ensino das ciências deve ser *activo* significa recusar um modelo de ensino baseado na simples transmissão-recepção de conhecimentos já elaborados, promovendo desta forma a memorização do conhecimento transmitido pelo professor ou contido no manual. Tal não significa, porém, que se pretenda recusar a memorização, pois todos nós sabemos a sua utilidade nas nossas vidas: o que é posto em causa são os métodos de ensino baseados excessivamente na memorização rotineira de informação.

O ensino deve antes orientar-se para a construção de conhecimentos por parte do aluno, ou mesmo para a investigação, tornando-se o aluno no centro e no gestor do processo educativo. Foi neste sentido que nos EUA surgiram as recomendações expressas nos "*National Science Education Standards*" do NRC (*National Research Council*) salientando que o desenvolvimento do conhecimento científico envolve "conhecimento", "fazer" e "falar" de ciência (Lee, 1997).

Além disso, o ensino não pode ignorar a diversidade de alunos e os seus diferentes modos de aprendizagem, o que deve implicar a aplicação de estratégias de ensino diversificadas.

e) A atenção para com as ideias prévias dos alunos

O aluno, quando chega à situação de aula, quase sempre dispõe de alguma informação acerca do assunto que o professor propõe. Por razões variadas, a aplicação de técnicas de diagnóstico desses conhecimentos é fundamental para o professor confirmar anteriores aprendizagens, verificar a qualidade das mesmas e, essencialmente, para que inicie o seu processo metodológico a partir dessas concepções, num percurso moldado pelo construtivismo.

#### f) Relação do currículo com outros temas

Uma das constatações da insuficiência do nosso ensino é a deficiente interacção do currículo escolar com os contextos envolventes, particularmente visível pela ausência de aprendizagens específicas e de projectos de intervenção localizados (M.E., 1996). Isto levanta uma questão que tem merecido amplo debate, e que tem sido colocada do seguinte modo: uma vez que muito raramente esses problemas são de natureza disciplinar, como conseguir que os diferentes estudos disciplinares sejam significativos (Fensham, 1987) e sirvam efectivamente para a compreensão desses problemas? Esta problemática aponta para a integração dos saberes (currículo integrado), o que tem levantado inúmeros problemas, particularmente por parte dos professores que, pela falta de preparação para um ensino deste tipo, e eventualmente por razões tradicionais (perda de estatuto), nunca viram este modelo de ensino de bom grado. Um currículo concebido de forma globalmente integrada levantaria outros problemas (gestão de espaços, gestão de horários, colocações de professores, etc.), razões pela qual tal solução nunca foi generalizada.

Torna-se, todavia, imperiosa a existência de um currículo vivo, que integre conhecimentos (Hurd, 1994) e, dada a necessidade de se fazer algo neste sentido, devem os professores e as escolas implementar projectos interdisciplinares e transcurriculares (por exemplo, de intervenção no meio) onde a abordagem de temas transversais seja uma realidade.

#### g) Interacções Ciência-Tecnologia-Sociedade

Directamente relacionada com o anterior critério encontra-se a preocupação de aproximar os conhecimentos da ciência e da tecnologia à realidade social, através de um currículo que destaque a ciência como actividade humana (Macaskill e Ogborn, 1996) e a relacione com as questões humanas (valores e ética) e o progresso social (Hurd, 1994).

#### h) O papel da história das ciências

Trata-se de outro importante aspecto a ter presente na organização curricular, dadas as vantagens que podem advir do tratamento de antigas controvérsias e das histórias dos importantes desenvolvimentos científicos e tecnológicos na história humana (Macaskill e Ogborn, 1996).

### i) O papel do professor de ciências

Por último, e directamente relacionado com as metodologias que envolvem activamente o aluno, o papel do professor é substancialmente alterado: ao invés de funcionar como a pessoa detentora do conhecimento e que durante as aulas vai transmitir esse conhecimento aos seus alunos, o professor passa a ser visto como o "mediador" desse conhecimento, fomentando para o efeito situações capazes de interessar a exploração por parte do aluno, situações susceptíveis de gerar conflito cognitivo (Sequeira, 1990).

Com uma intervenção adequada dos professores ressaltam imediatamente duas preocupações principais, a *orientação social do ensino* e o *ensino centrado no aluno*, as quais é possível encontrar nas novas tendências para o ensino das ciências: a "alfabetização científica", a "ciência para todos", a "ciência pluralista", a "ciência multicultural", o "movimento ciência-tecnologia-sociedade" ou ainda a influência dos "temas transversais" (Iglesia, 1997b). No texto que se segue, daremos especial destaque à questão da "alfabetização científica" e à "ciência para todos", duas perspectivas muito próximas, pretendendo a primeira afirmar-se como meta de ensino e a segunda como justificação curricular (idêntico currículo para todos os alunos e solicitação à prática generalizada da ciência nas escolas).

### 2.3.2. Equilíbrio entre conteúdos processos e contextos

Podemos encarar a ciência, como o fez Whitehead (1970), como «*um rio com duas nascentes, a nascente prática e a nascente teórica. A nascente prática é a desejável para dirigirmos as nossas acções ao encontro de finalidades pré-determinadas.(...) A nascente teórica é a desejável para a compreensão*» (p. 154). A ênfase dada a cada uma das duas "nascentes" determina um modelo de ensino. Também de acordo com Kerr (citado por Hofstein e Yager, 1985), qualquer que seja a época, as finalidades do ensino em ciências podem ser determinadas de acordo com a influência relativa de três principais factores: a disciplina (a ciência), o aluno e a sociedade. Parece indiscutível que as preocupações dos responsáveis pela implementação curricular têm recaído fundamentalmente sobre a matéria disciplinar, embora nas últimas décadas tenha crescido a investigação em torno da aprendizagem; no entanto, é bem visível o afastamento que a educação em ciências evidencia face às questões sociais, às aplicações da ciência e às implicações e

ramificações que daí derivam. Parece-nos que é sobre este último aspecto que residem as grandes alterações que a educação em ciências deve promover neste virar de milénio.

Uma das muitas deficiências que são apontadas ao ensino das ciências corresponde à enorme ênfase colocada no ensino dos conteúdos disciplinares (os factos, as definições, as fórmulas, os conceitos e a associação de conceitos). Estes são efectivamente a grande prioridade do tradicional currículo de ciências. A posição do professor perante este currículo acaba por realçar esta preocupação: testar os conteúdos disciplinares (ignorando-se outros importantes conteúdos), distribuir os conteúdos pelo tempo lectivo disponível, cumprir o programa; e, de quando em vez, a planificação contempla uma actividade prática, mais demonstrativa que investigativa. Esta acumulação de conteúdos, muitas vezes pormenorizados e de difícil assimilação, e quase sempre irrelevantes para a vida dos alunos porque ignoram a componente social (Fensham (1987), tem conduzido a um certo desinteresse pelas aulas de ciências e pelos seus conteúdos.

Na década de oitenta, com a perspectiva de uma educação em ciências vocacionada para a literacia científica, com a projecção das ideias de Piaget e de Vygotsky no ensino e com os resultados de uma intensa investigação educacional, novas ênfases passaram a fazer-se sentir: além dos conteúdos disciplinares, interessa promover a interdisciplinaridade e a exploração dos métodos para a compreensão dos problemas (Sequeira, 1990). Como afirmam Nellist e Nichoell, (citados por Barbosa, Carmo, Cruz, Pereira e Guimarães, 1989), Goncet et al. (1990), Kirkham (1989) e Bueno (1995), a realidade acontece em várias dimensões e, portanto, o currículo não deve ser só constituído por *conteúdos* (os disciplinares, os da história da ciência, os da meta-ciência, os interdisciplinares e os transversais, e as atitudes), mas também incluir os *processos* (os meios para atingir os fins) e o tratamento de diferentes *contextos* relevantes para os alunos. Efectivamente, a aprendizagem dos alunos é feita como um "todo" e não por partes; de igual modo, a ciência é uma estrutura coesa: não existe uma "ciência conceptual", uma "ciência dos procedimentos" ou uma "ciência atitudinal" (Bueno, 1995). Ou seja, o ensino-aprendizagem das ciências deve integrar toda a variedade de conteúdos e de processos na diversidade de contextos de investigação ou de aplicação (Webber, 1985; MEC, 1993).

Newton (citado por Cid, 1995) adianta, ainda, que tornar o ensino relevante não é só incluir algumas aplicações de ciência ou discutir temas sociais e políticos.

A ciência existe no currículo porque é relevante para as pessoas. Assim sendo, o currículo científico deve incluir os produtos da ciência (conteúdos), os processos com os quais se conseguiram tais produtos e ainda as necessidades e os problemas das pessoas. Esta noção corresponde a um mudar de finalidades do ensino em ciências, pois deixa de se centrar na ciência, para então se centrar na sociedade ou no aluno.

Ainda nessa linha, Zabala (1995) destaca que a selecção dos conteúdos curriculares está directamente relacionada com a "concepção social" que se atribui ao ensino. Assim, se se pretende formar futuros universitários, necessariamente se destacarão os conteúdos conceptuais; se a finalidade do ensino for a formação de profissionais, então o trabalho será centrado na promoção de habilidades, técnicas e destrezas; mas se se entender o ensino como processo para a socialização e desenvolvimento de cidadãos comprometidos com a melhoria e com a participação na sociedade, então serão potenciadas formas de actuação centradas nos conteúdos atitudinais.

#### 2.3.2.1. Os conteúdos.

Sem conteúdo não há ciência. Mas a educação em ciências, da mesma forma que a educação em geral, não visa unicamente a acumulação das ideias e das grandes descobertas do conhecimento, mas também o enriquecimento individual, por forma a conseguirmos o melhor daquele indivíduo e a construção de um mundo mais vivido, mais compreendido e mais apreciado (Kirkham, 1989).

O ritmo de crescimento do conhecimento é, porém, espantoso. Já em 1982, John Slaughter, então director da "*National Science Foundation*", falava da crescente separação entre a produção de conhecimento científico e tecnológico e a população, onde abundavam elevados índices de iliteracia científica (Duschl, 1990). No mesmo sentido, Hurd (1987) estimou que, em cada trinta minutos de dia e de noite, se geraria matéria para dar origem a 27 volumes da enciclopédia britânica. Obviamente que numa educação em ciências se torna impossível ensinar toda a informação, por mais tempo que se conseguisse. Daqui a importância da selecção da informação que se considere mais válida, selecção esta que poderá variar de acordo com os critérios que forem estabelecidos, mas que naturalmente deverá estar relacionada com o tipo de escolaridade. Kirkham (1989) refere alguns dos *critérios necessários para a*

*selecção de conteúdos*: reconhecidos pelos alunos, de acordo com as suas experiências, e de acordo com as suas ideias; úteis, capaz de ser aplicado e relativo à realidade; desenvolver a capacidade de os alunos compreenderem e apreciarem o mundo (natural ou criado pelo Homem) que os rodeia; permitir futuras escolhas vocacionais; fornecer algum conhecimento científico acerca dos maiores problemas da nossa sociedade (poluição, extinção de recursos...); desenvolver habilidades pessoais e atitudes (como a confiança, perseverança, iniciativa) para a promoção do uso do conhecimento adquirido; e tornar os alunos capazes de compreenderem que o conhecimento científico tem limitações e não é a única forma de conhecimento válido e útil.

Por conseguinte, poderemos afirmar que é necessário pensar em diferentes tipos de conteúdos, desde os conteúdos propriamente disciplinares, passando pelos conteúdos epistemológicos, pelos relacionados com a história da ciência, por conteúdos transversais e até pelos que têm a ver com o desenvolvimento das atitudes. Passaremos a abordar cada um destes aspectos, procurando sempre que possível, salientar a realidade portuguesa à luz da última reforma do sistema educativo.

#### i) conteúdos disciplinares

As antigas ideias da divisão do trabalho (o trabalho intelectual e o trabalho manual) sempre tiveram expressão no currículo: de um lado estavam as disciplinas de ciências que promoviam o trabalho da mente, mas fortemente desligadas dos problemas do quotidiano; do outro, as disciplinas que, no essencial, se limitavam a aplicar a ciência, como os antigos trabalhos manuais ou os trabalhos officinais. Por razões várias, os conteúdos das disciplinas, particularmente para o currículo obrigatório, não devem colocar a ênfase na formação científica e na promoção de muitos e pormenorizados conteúdos científicos (perspectiva de formação de cientistas). Interessa, acima de tudo, procurar encontrar um certo grau de conceptualização, capaz de ajudar a resolver os problemas do dia-a-dia (Marimóm, 1994), podendo eventualmente variar o enfoque dos currículos para atender a problemas locais de ordem variada (ambientais, sociais, etc).

## ii) conteúdos interdisciplinares e os conteúdos transversais

Podemos considerar que existem três maneiras de inclusão do conhecimento na organização curricular (I.E.P.S., 1984; Felgueiras, 1993): a *organização disciplinar*, quando o saber científico se encontra de acordo com a produção universitária, vocacionada para o desenvolvimento intelectual, quase ignorando as implicações sociais na construção do próprio conhecimento; a *organização do tipo interdisciplinar*, onde se buscam os pontos de contacto entre as diferentes disciplinas com vista à organização de grandes áreas de conhecimento que têm metodologias próprias para explorar e interpretar os dados; e ainda a organização curricular que privilegia a *resolução de problemas sociais ou com relevância para os alunos*, onde os saberes disciplinares não são o ponto de partida do currículo, mas podem intervir quando tal se entender como útil.

A quantidade, a variedade, a complexidade dos problemas e as novas temáticas fazem parte do nosso quotidiano, de tal forma que, na maioria das vezes, a sua abordagem torna-se difícil no âmbito de uma disciplina, faltando-lhe quase sempre a componente social. Esta dificuldade do tratamento disciplinar é particularmente evidente nas situações que envolvem a técnica, pois, como adianta Fourez (1994), a título de exemplo, o isolamento térmico de uma casa não pode ser resolvido por algum modelo teórico de uma disciplina particular, o que significa que o ensino certamente também deveria atender a outros modelos teóricos que não só os disciplinares. Como afirmam Barbosa et al. (1989), «*a organização do currículo pressupõe uma síntese a cuja lógica importa fundamentalmente o que transcende a "soma" de disciplinas*» (p. 79), o que não parece fácil de se concretizar em face da tradição disciplinar do nosso sistema de ensino.

Por estes motivos, tem crescido a atenção para a "*integração*" de estudos no âmbito da educação em ciências, os quais se podem manifestar de diversos modos: o estudo de assuntos diferentes incluídos numa disciplina (como o caso do "estudo do meio" no currículo português do 1º ciclo ou ainda da disciplina de "estudos sociais"), o estudo de assuntos de duas ou mais áreas correlacionadas (como a química orgânica no programa de Biologia ou de Química), os estudos interdisciplinares e os estudos transdisciplinares (estudos sobre problemas que não são exclusivos de uma disciplina) (Barbosa et al., 1989).

A organização dos conteúdos pode, por isso, encontrar-se num *continuum*, onde num dos extremos poderemos encontrar os conteúdos de ensino organizados

separadamente segundo a lógica das disciplinas tradicionais (*multidisciplinaridade*), e no outro extremo um modelo em que os conteúdos, apesar de pertencerem a disciplinas concretas, não se apresentam explicitamente como objecto de estudo (*metadisciplinaridade*), mas como um meio para compreender e intervir perante situações e conflitos da realidade (Zabala, 1995).

Existem ainda outras duas formas intermédias de tratamento dos conteúdos, o tratamento dos conteúdos interdisciplinares e dos conteúdos transversais (transdisciplinares). Os *temas interdisciplinares* são encarados na perspectiva do conteúdo de duas ou mais disciplinas com vista à resolução de problemas (Kline, 1995; M.E., 1996), através dos quais se pretende facilitar a análise e a reconstrução da realidade, tornando-se possível, entre muitas outras coisas, que o aluno se habitue a assumir compromissos e responsabilidade (moral, cívica e política) e que compreenda os produtos culturais e as suas mensagens (Santome, 1994).

No que se refere às *matérias transversais* elas apresentam um valor inquestionável, na medida em que podem atender às necessidades de uma sociedade e provocar a participação de todas as disciplinas. Em termos teóricos, muito longe da nossa realidade educativa, até poderíamos conceber, e com imensas vantagens, um modelo de ensino que partisse de temas transversais de finalidades concretas, problemas de um país ou mesmo de uma região, e para os quais contribuiriam os diferentes temas curriculares, pois, como afirma Marimón (1994), todas as áreas e disciplinas são importantes na exploração dessas matérias transversais. E as vantagens seriam várias: evitar-se-ia que o aluno colocasse aquela pergunta que tanta vezes nos aflige, "Por que é que estudamos isto?"; não existiria repetição de temas, como muitas vezes acontece nos currículos tradicionais; ganhar-se-ia a percepção da globalidade dos problemas; eliminar-se-ia a fronteira entre as disciplinas, uma vez que são estes mesmos problemas "fronteiriços" que são alvo de abordagem (o racismo, a discriminação, problemas de poluição...); desenvolver-se-ia a atenção para os problemas afectivos e as necessidades individuais dos alunos; criar-se-iam hábitos intelectuais que obrigassem o aluno a tomar em consideração as intervenções humanas de todas as perspectivas (uma vez que o estudo disciplinar não permite o estabelecimento de relações entre os diferentes conhecimentos disciplinares) (Barbosa et al., 1989; Santome, 1994).

Estas perspectivas de um currículo transversal depressa ganhou apoiantes, como Hofstein e Yager (citados por Godinho, 1996), ao considerarem que os conteúdos deveriam ser seleccionados de acordo com a sua utilidade na resolução

de problemas da vida real dos alunos, e não na perspectiva da lógica da disciplina, garantindo a motivação de um número maior de alunos do que o ensino dos temas especificamente disciplinares. Esta mudança radical implicaria, todavia, várias outras mudanças e, talvez por isso, várias têm sido as críticas que têm sido levantadas ao currículo completamente integrado: não forma um corpo de conhecimentos suficientemente consolidados; fraca sequenciação dos temas motivada pela integração de unidades independentes, o que pode conduzir à perda da unidade de estrutura da disciplina; alguma superficialidade no tratamento dos temas pela pouca sistematização do conhecimento, o que prejudicaria os alunos no prosseguimento das suas carreiras; valorização exclusiva das aplicações práticas do conhecimento.

Outros problemas estão relacionados com os professores, como a falta de uma adequada preparação, dificuldade de adaptação, perda de segurança e de identidade do professor ao deixar de leccionar a "sua" disciplina, diferente gestão de horários e de recursos e incompatibilidade com uma avaliação centrada nos conteúdos puros (Barbosa et al., 1989).

### iii) conteúdos da história das ciências

Um outro tipo de conteúdos que devem fazer parte de um currículo de ciências são alguns temas da história da ciência e da história da tecnologia. Há algumas razões válidas que justificam esta inclusão: por um lado, a verificação do papel da ciência e da tecnologia na determinação da nossa cultura (Kranzberg, 1990); por outro lado, e numa perspectiva mais ampla, a convicção de que a análise da evolução das ideias, das teorias científicas e a sua aplicação no passado parecem ser úteis para qualquer cidadão para a compreensão do presente e para perspectivar o futuro.

A introdução da História da Ciência no ensino não tem, contudo, sido reconhecida genericamente, crendo alguns que o importante é privilegiar o conhecimento científico actual e não as tentativas e falhanços do passado (Sequeira e Leite, 1988). Muitos dos autores que abordaram esta temática (Torres, 1975; Sequeira e Leite, 1988; Mathews, 1994) salientam, no entanto, algumas *vantagens que a inclusão de temas da história da ciência poderá trazer para o ensino das ciências*: aumenta a motivação para tal estudo, ao permitir mostrar o sentido da

descoberta e a criatividade dos cientistas (Praia, 1996); permite ao aluno enquadrar cronologicamente os principais acontecimentos científicos que passaram a fazer parte do nosso património cultural; apresenta vantagens epistemológicas, ao contribuir para a construção de uma imagem mais adequada e mais humanizante da actividade científica e dos cientistas, o que parece não acontecer actualmente, de acordo com os dados da investigação (Praia, 1996); permite a construção de atitudes e de valores essenciais para qualquer cidadão (persistência, criatividade, capacidade de comunicar, estabelecimento de consensos,...), muito embora estas atitudes e estes valores não sejam conseguidos exclusivamente pela exploração deste tipo de conteúdos; ajuda o trabalho da construção racional, ou seja, procura combater um ensino baseado no empirismo e na memória, ao privilegiar o raciocínio sobre os acontecimentos ou as situações, a razão de ser das mesmas (Lopes, 1993); e, finalmente, contribui para a evolução ou a mudança conceptual prévia, uma vez que a investigação destacou a curiosa semelhança de algumas das concepções dos alunos com antigas ideias que no passado foram aceites pelos cientistas (Gisbert e Lopez, 1988; Más, 1996).

Apesar destas vantagens, a utilização da história da ciência como conteúdo curricular apresenta dois tipos de *problemas*: por um lado, problemas de ordem logística, como a deficiente formação dos professores no tratamento destes temas, o maior consumo de tempo que os mesmos implicam (num ensino que desde sempre se debateu com a grande extensão dos programas) e a falta de materiais curriculares disponíveis para os alunos; por outro lado, problemas de ordem científica e pedagógica relacionados com o conteúdo e as estratégias usadas na história da ciência.

Quanto aos assuntos, nem sempre é fácil encontrar temas da história da ciência que se aproximem dos temas curriculares. No que diz respeito aos problemas pedagógicos, eles prendem-se essencialmente com a tendência que a maioria dos professores tem para assumir a linearidade da evolução científica e a ordenação cronológica de acontecimentos distanciados no tempo para que possam ser mais facilmente percebidos pelos seus alunos, o que nem sempre corresponde à verdade, dadas as constantes e inúmeras controvérsias, debates, abandono e reapropriação de anteriores ideias.

#### iv) conteúdos epistemológicos

O desfasamento tantas vezes verificado entre aquilo que se ensina e o que se pratica pode ser aplicado integralmente ao ensino da natureza da ciência. Daí a nossa total concordância com a célebre expressão de Ziman «*muitos alunos estariam melhor preparados para as suas vidas do que actualmente estão se lhe ensinasse um pouco menos de Ciência e, como tal, um pouco mais sobre a Ciência*» (citado por Stiefel, 1995, p. 19). De seguida, adiantaremos, sob a forma de tópicos, os principais aspectos epistemológicos que deveriam integrar os currículos de ciências, paralelamente a outros conteúdos.

Entre outros aspectos, seria importante destacar os seguintes:

- a ciência desenvolve-se por acumulação de ideias, mas o salto qualitativo é feito através de grandes "revoluções" científicas (Feyerabend, 1975; Valente, 1980; Kuhn, 1989; AAAS, 1989b; Hodson, 1995);

- os dados científicos são conseguidos, essencialmente, com base no esforço intelectual que se manifesta nas teorias (Finley, 1983; IEPS, 1984; Gómez et al., 1989; Bradford, 1995)

- as hipóteses têm um valor inegável na evolução da ciência, pelo papel criativo que possuem, ao invés dos factos, como tradicionalmente se enfatiza (Hodson, 1985; Alexandre e Gutiérrez, 1990; Carrilho, 1994; Praia e Cachapuz, 1994);

- não há um único método, no sentido de uma sequência uniforme de passos a percorrer, mas, pelo contrário, e de acordo com os temas e as características de quem procede à investigação, poderemos afirmar que há uma pluralidade de métodos (Sequeira e Leite, 1988; Gómez et al., 1989; Bybee e DeBoer, 1994; Neto, 1994; Hodson, 1995);

- actualmente verifica-se a tendência para a "hibridação" de diferentes ciências, o que corresponde a um aproximar de diferentes conhecimentos para um uso efectivo, ou seja, uma aproximação da ciência ao quotidiano (Hurd, 1994; Vessuri, 1995; Santos, 1996);

- a ciência é uma actividade humana ao serviço da sociedade e por ela influenciada; já não se pode conceber a ciência como um corpo de conhecimentos rigorosos e infalíveis (Bingle e Gaskell, 1994; Mathews, 1994);

- a ciência aproximou-se de tal modo da tecnologia que, hoje, são evidentes as múltiplas interacções: a tecnologia já não é só a aplicação do conhecimento científico, mas ela mesma pode proporcionar novo conhecimento (Hurd, 1994; Charum, 1995);

- a ciência já não envolve como no passado cientistas trabalhando isoladamente: a ciência actual desenvolve-se por equipas pluridisciplinares, envolvendo teóricos e técnicos (Hurd, 1987; Hodson, 1995);

- os problemas científicos da actualidade já não são meramente os de uma ciência pura; cada vez mais são os problemas da sociedade aqueles que mais afligem as populações no seu dia-a-dia (Gil et al., 1991; Charum, 1995).

#### v) conteúdos atitudinais

Por último, uma outra componente da formação científica básica é o desenvolvimento de *atitudes* positivas por parte do aluno, algo muitas vezes designado como "currículo oculto", quando não existe uma clara consciência e intencionalidade na sua promoção por parte do professor (Zabala, 1995). A necessidade da integração do domínio cognitivo com o domínio afectivo, principalmente na análise dos problemas sociais, tem vindo a ser defendida como fulcral para a moderna educação em ciências (Zoller, 1985; Botia, 1992). Associados ao domínio afectivo, merecem destaque as atitudes (sobre coisas, pessoas ou lugares), os valores (referentes a objectos abstratos), as crenças (aceitação ou rejeição de ideias básicas), as opiniões, os interesses e a motivação (Simpson, Koballa e Oliver, 1994).

Destacaremos aqui as atitudes, muito particularmente dois tipos de atitudes. Primeiro, as *atitudes para com a ciência*, tornando-se importante que o aluno não veja a ciência exclusivamente como algo seguro, rigoroso, neutral, capaz de tudo resolver. Neste sentido, importa que o aluno compreenda a utilidade, mas também as limitações da ciência. Tal não significa, contudo, que o aluno não manifeste confiança no conhecimento científico, mas é útil que ele se aperceba de que a ciência não pode ser vista como a única fonte de resolução dos problemas.

Depois interessa desenvolver as *atitudes para com o próprio estudo da ciência*, aquelas atitudes que, embora não sendo exclusivas da ciência, podem, durante o seu estudo, ser ajudadas a construir. Estamos a referir-nos a atitudes como a curiosidade, a tolerância, a determinação, a persistência, a honestidade, a autoconfiança, a autodisciplina, a cooperação, a consideração pelas outras pessoas, etc. (Barbosa et. al., 1989).

### 2.3.2.2. Os processos

Desde meados do século XIX que várias personalidades do campo educativo (por exemplo, Thomas Huxley, Joseph Hooker e John Henslow) defenderam a inclusão dos processos da ciência como parte do currículo escolar (Finley, 1983). De igual modo, Dewey (1910/1995) chama a atenção para a importância dos processos da ciência, como algo capaz de trazer à existência o conhecimento. Mais de cem anos depois, a proposta continua viva, assumindo-se cada vez mais que a educação em ciências não pode continuar a explorar exclusivamente os conteúdos e, muito particularmente, os conteúdos disciplinares, de ciência pura. Torna-se importante destacar também os principais processos que o cientista (como o aluno) utiliza para alcançar e utilizar o conhecimento científico, uma vez que muitos deles se aplicam na vida quotidiana (I.E.P.S., 1984), noutros contextos e noutras condições. Os produtos e os processos são como que as duas faces inseparáveis da ciência e, como tal, deveriam ser incorporados na educação científica. Foi neste sentido e a propósito das concepções prévias que Bachelard (citado por Lopes, 1993) afirmou: « *O ensino de resultados da ciência não é jamais um ensino científico. Se não se explica a linha de produção espiritual que conduziu ao resultado, poderemos estar certos de que o aluno combinará o resultado com as suas imagens mais familiares*» (p. 326).

Por outro lado, e indo ao encontro daquilo que se convencionou designar como literacia científica e tecnológica, finalidade prioritária da nova educação em ciências, Kelly, Carlsen e Cunningham (1993) salientam que os professores de ciências deveriam estar conscientes de que ensinar ciência a cidadãos não significa, de imediato, transformá-los em bons elaboradores de decisões. Para tal, e para além do conteúdo, requer-se o domínio dos processos da ciência.

Os processos ou procedimentos (técnicas, métodos, destrezas ou habilidades) surgem na bibliografia dos últimos anos como conhecimentos concretos que se têm de ensinar (Bueno, 1995). No mesmo sentido, Kirkham (1989) salienta que os processos desenvolvem capacidades e habilidades que são úteis no quotidiano e que se podem aplicar noutras áreas curriculares, e daí que os processos devam ser ensinados ao mesmo nível que os conteúdos disciplinares.

Barbosa et al. (1989) e Kirkham (1989) salientam que são vários os processos que o cientista utiliza a todo o momento, tendo Bueno (1995) referido que eles devem ocupar um lugar no currículo de Ciências da Natureza sob a forma de

três tipos de procedimentos: os *procedimentos instrumentais*, que servem de suporte a outros de maior complexidade cognitiva, como o manuseio de instrumentos de medida, o exercício de normas de segurança, a resolução de problemas numéricos e a representação simbólica ou ainda a montagem de dispositivos experimentais ou a construção de pequenos aparelhos; os *procedimentos de investigação*, também designados como "contexto da justificação" (Bradford, 1995), correspondentes à metodologia de investigação (técnicas experimentais ou de investigação), como a selecção de dados mediante a observação, a emissão ou contrastação de hipóteses, identificação e controlo de variáveis, a planificação e a realização de experiências, a elaboração de conclusões e a comunicação de resultados (Finley, 1983); e os *procedimentos de transferência*, referentes à utilização de conhecimentos em contextos próximos ou afastados da realidade, como a análise e interpretação de factos da vida quotidiana e a identificação de conhecimentos ou a sua aplicação no quotidiano, a resolução de problemas (Fuller, 1996).

Finalmente, e tendo em consideração que a actividade científica e as actividades de ensino-aprendizagem são coisas diferentes (Praia, 1996), uma questão se deve colocar: como se devem seleccionar o número e os tipos de procedimentos a utilizar nas aulas? Parece ser de bom senso que nem muitos nem sempre os mesmos. No entanto, Shayer e Adey (citados por Bueno, 1995) salientam a atenção que se deve ter para com o grau de dificuldade dos conteúdos procedimentais (processos): estes deverão estar de acordo com as características dos conceitos subjacentes, os conhecimentos prévios dos alunos e a forma como o aluno consegue compreender o mundo (nível de desenvolvimento cognitivo).

#### 2.4.2.3. Os contextos

A aprendizagem não ocorre desligada do contexto. O contexto enriquece a aprendizagem dos conceitos e atende, entre outros, ao aspecto afectivo que deve estar presente na educação (Carr et al., 1994). Quando se fala do contexto e da sua ligação com o ensino-aprendizagem, é possível verificarmos duas dimensões para o conceito de contexto: por um lado, podemos referir o próprio *contexto onde decorre esse processo de ensino-aprendizagem*; por outro lado, podemos querer referir os *contextos de aplicação* daquilo que se aprende.

No primeiro caso, o contexto refere-se às condições sob as quais a aprendizagem acontece (White, 1989) e estas são bastantes complexas: as condições físicas da escola (luz, temperatura, sonorização, etc.), a sua inserção no local; as condições de funcionamento da sala de aula e do laboratório (espaços, equipamentos, etc); as dimensões sociais da população escolar, como o número de alunos e a sua distribuição etária, etc.

Quando, porém, nos referimos ao equilíbrio entre conteúdos, processos e contextos referimo-nos mais aos *contextos de aplicação* dos conteúdos e dos processos nas questões sociais. Neste sentido, Fensham (1987) refere que podem ser definidas três dimensões para o conteúdo social da educação em ciências: a natureza social do próprio trabalho científico (a ciência como actividade humana), a aplicação social da ciência e ainda as questões ideológicas resultantes de tal aplicação.

Numa outra vertente, Kirkham (1989) refere a existência de três tipos de contextos: *contextos relativos ao indivíduo*, quando se trata da oportunidade dos conteúdos e dos processos serem postos ao serviço da aprendizagem do aluno, o que implica atender-se às suas ideias prévias, por forma a encetar um percurso de mudança de conceitos que terminará com a aplicação dos novos conhecimentos e dos novos *skills* a novas situações; *contextos relativos à sociedade*, porque o ensino em ciências não se deve alhear da sociedade que a própria ciência ajudou a enriquecer, o que significa que a ciência escolar não deve ficar confinada à sala de aula ou, na melhor das hipóteses, ocorrer no laboratório, correndo, deste modo, o risco de desligar-se da sociedade, dos problemas sociais e dos valores humanos (Kirkham, 1989); e *contextos relativo a todo o currículo escolar*, porque os conteúdos e os processos da ciência também têm utilidade para outros campos do currículo escolar, quer enquanto formação integral do aluno, quer como contributo para a interdisciplinaridade e integração dos estudos que tanto se deseja.

### **2.3.3. Mudanças metodológicas no ensino-aprendizagem das ciências**

Há já algum tempo que autores e organizações internacionais têm vindo a reclamar mudanças fundamentais na maneira como o professor ensina por forma a que o aluno aprenda mais efectivamente. Tais propostas conduzem-nos a mudanças

metodológicas no ensino-aprendizagem para as quais muito têm contribuído os estudos da epistemologia e da psicologia.

No âmbito do ensino em geral, ou mais concretamente no ensino das ciências, dos muitos estudos e das várias teorias relativas à aprendizagem e às propostas de ensino que nas últimas décadas a literatura nos tem apresentado, existem alguns princípios gerais que merecem aceitação geral. Dizemos princípios gerais porque não pretendemos realçar o êxito total de nenhuma estratégia ou dogmatizar algum método ou percurso metodológico, como, num passado não muito distante aconteceu, por exemplo, com a "aprendizagem por objectivos".

De facto, como afirmam Pérez, Bueno, Hernández e Blanco (1990), parece pertinente admitir-se que a planificação da "praxis educativa" por parte do professor integra necessariamente três vectores fundamentais: a sua formação científica, a sua formação didáctica e o seu pensamento prático ou conceptual acerca do processo de ensino-aprendizagem das ciências. Do tipo de formação do professor e das estratégias que desencadeia para com os seus alunos, das características desses alunos ou ainda da especificidade dos temas programáticos, assim resulta uma actuação que pode bem diferir de situação para situação. E, nesse sentido, a transposição de princípios metodológicos, de teorias de aprendizagem ou ainda de experiências válidas noutros contextos pode ser realizada de forma diferente, o que não pode querer dizer que tal variedade de propostas não se deva aceitar. O importante é ter presente algumas ideias gerais no nosso horizonte, para que, qualquer que seja o nosso método de actuação, não nos afastemos muito de tais ideias.

Procuraremos, de seguida, sistematizar as principais orientações que a bibliografia tem adiantado a este respeito, referindo separadamente os princípios de uma aprendizagem eficaz e as características que devem estar presentes no ensino das ciências.

#### 2.3.3.1. Alguns princípios de uma aprendizagem efectiva

Antes de mais, vale a pena salientar que as grandes ideias que, a seguir, apresentamos correspondem a consensos mais amplos do que a bibliografia expressa a esse respeito. Apesar de tudo, continuam, todavia, a subsistir algumas

divergências difíceis de superar. Uma dessas divergências que, pelo seu classicismo e pela sua importância, aqui apresentamos refere-se a diferenças de concepção sobre o que é a aprendizagem e sua relação com o desenvolvimento cognitivo do aluno, e tem como referências diferenciadas as teorias de Piaget, por um lado, e de Vigotsky, por outro.

A *teoria de Piaget* é uma teoria interaccionista, na medida em que considera o desenvolvimento cognitivo como uma interacção complexa entre o organismo e o ambiente (Marques, 1995). Dessa interacção resulta a construção de estruturas mentais que determinam o comportamento do organismo, assim como o conhecimento que temos do mundo físico e de nós próprios (Sequeira, 1990).

Para que o desenvolvimento cognitivo de cada indivíduo possa ocorrer, deve ocorrer a acção de quatro factores: a *equilíbrio* (que consiste na combinação das novas experiências com as estruturas já existentes, para originar estruturas de nível superior mais complexas e que se abrem a novas possibilidades); a *maturação* (determinada geneticamente e correspondente à evolução de todo o corpo), a *experiência* e a *interacção social* (conhecimento adquirido a partir de várias fontes: pais, familiares, colegas, professores e outros adultos) (Sequeira, 1990).

A acção e a evolução desses quatro factores vão proporcionar o desenvolvimento e a modificação das estruturas já formadas, conduzindo a novos comportamentos e padrões de raciocínio, enquadrados em "estádios", estádios esses não determinados mas relacionados com a idade (constantes biológicas), e que, supostamente, seriam os mesmos para todos os sujeitos da mesma cultura (constantes culturais). Os limites da aprendizagem encontram-se, por conseguinte, determinados pelos indivíduos (Carretero, 1986), podendo então prever-se com exactidão o que alunos de determinada idade podem ou não conhecer. Nesse sentido, como afirma Rio (1986), o desenvolvimento é um processo programado enquanto que a educação é um processo por programar, um processo socio-cultural limitado pelo desenvolvimento.

Pelo contrário, a *concepção "vigotskiana"* da aprendizagem sustenta que os processos evolutivos não coincidem com os processos da aprendizagem, sendo a evolução (desenvolvimento) determinada pela aprendizagem, o que origina a *zona de desenvolvimento potencial* (Rio, 1986). Conforme afirma Vigotsky (citado por Carretero, 1986), «a aprendizagem desperta uma série de processos evolutivos

*internos capazes de operar só quando a criança está em interacção com as pessoas do seu meio e em cooperação com algum semelhante» (p. 4).*

Assim, segundo Vigotsky, o desenvolvimento tem lugar no meio social e cultural (e, como tal, reflecte o funcionamento social), tendo este autor designado como "*zona de desenvolvimento potencial*" a gama de conhecimentos que se localiza entre aquilo que o sujeito pode alcançar independentemente e o que pode vir a adquirir com a ajuda dos outros (Onrubia, 1995). Neste sentido, e segundo Vigotsky (citado por Echelta, 1985), as outras pessoas «*são tão agentes do desenvolvimento como o próprio sujeito*» (p. 2). Portanto, diferentemente de Piaget, Vigotsky dá grande relevo à intervenção (ajuda) das outras pessoas e do professor em especial, para elevar o potencial cognitivo do aluno (Carretero, 1986).

Passemos, agora, à apresentação das ideias amplas que hoje dispomos sobre os princípios de uma aprendizagem efectiva.

i) *A aprendizagem é um processo de desenvolvimento (modelo construtivista da aprendizagem).*

Durante largas décadas e até aos anos setenta, predominaram, em educação, as ideias associativistas ou behavioristas da aprendizagem (um estímulo, uma resposta). Tal ponto de vista, caracterizado pela sua rigidez e pelo seu carácter fortemente prescritivo, tinha como pano de fundo epistemológico as perspectivas positivistas e empiristas. Aliás, conforme afirma Novak (1995), a obra de Skinner "Behavior of Organism", publicada em 1938, foi o culminar da «*união entre a psicologia associativista e a epistemologia positivista*» (p. 24). Por outro lado, no domínio da filosofia foram também sendo gradualmente criticadas as ideias empiristas, associadas a uma busca exterior do conhecimento.

Umás e outras foram sendo, pouco a pouco, postas em causa, nomeadamente por não conseguirem prever e explicar como os especialistas produzem o conhecimento e como é que as pessoas aprendem. Assim nasceu o *construtivismo*, ou melhor, as diferentes correntes e matrizes construtivistas (Salvador, 1991), que partem do princípio de que a realidade não pode ser concebida como uma série de verdades, dada a falibilidade da experiência humana. Para o construtivismo, não é possível, por outro lado, conceber a construção do conhecimento como uma

actividade individual, uma vez que a componente social e cultural determina decisivamente a partilha de significados (Tobin, Tippins e Gallard, 1994).

Aprender não é, desse modo, copiar ou reproduzir a realidade (Solé e Coll, 1995). De acordo com Resnick (citado por Pérez, 1993), *a teoria (modelo ou perspectiva) construtivista da aprendizagem* baseia-se em três princípios fundamentais: (a) quem aprende constrói significados e, portanto, não se limita à reprodução do que lhe ensinaram, daquilo que leu ou do que ouviu; (b) compreender algo implica estabelecer relações, pois os fragmentos de informação isolados são esquecidos; e (c) a aprendizagem depende dos conhecimentos prévios que o aprendiz possui. Com estas três ideias, consegue-se integrar a psicologia da aprendizagem humana e a epistemologia de produção de conhecimento, conforme afirma Novak (1995).

Estes princípios psicológicos e epistemológicos conduzem a que se distinga e se recuse um processo de ensino-aprendizagem baseado exclusivamente no professor (a tradicional metodologia de "transmissão dos conhecimentos") para se propor um processo baseado, ao invés, no aluno. Como afirmam Pope e Gilbert (1995), há como que um "conhecimento público" que é fornecido pelo professor e um "conhecimento privado", o conhecimento do aluno.

A aprendizagem é, na afirmação de Posner, Strike, Hewson e Gertzog (1995), uma actividade racional, ou seja, *«aprender é, fundamentalmente, levar a compreender e aceitar as ideias, torná-las inteligíveis e racionais»* (p. 91). A aprendizagem não é, assim, uma simples acumulação de ideias, de condutas, mas antes uma preocupação com essas mesmas ideias, com a sua estrutura e a sua evidência, o que não significa que não se deva atender às variáveis afectivas e motivacionais no processo de aprendizagem.

## ii) A aprendizagem implica a participação activa do aluno

A aprendizagem não é concebida como mera recepção de informação por parte do aluno. Trata-se, antes, de uma actividade onde o aluno tem de se empenhar na selecção e organização dos objectos e dos acontecimentos, com vista à atribuição de um significado (Tavares e Alarcão, 1985; Santos, 1991b). Não se pode aprender ciência de forma passiva; poder-se-ão aprender factos e técnicas, mas não ciência

pensada integralmente (Solomon, 1995c). Assim, o aluno deve construir ciência na aula, o que não é a mesma coisa que inventar ciência.

O conhecimento produz-se por meio de transações entre a pessoa e o ambiente (Pope e Gilbert, 1995) e daí que agora se coloque «ênfase na pessoa activa que consegue dar sentido aos sucessos através da sua implicação na construção e interpretação de experiências individuais» (p. 75). Isto significa que o conhecimento de modo algum é impessoal ou imparcial; ou seja, qualquer que seja o conhecimento ele deve ser questionado pelo aluno, deve ser confrontado com as suas ideias sobre o mundo.

### iii) A aprendizagem é baseada no conhecimento prévio do aluno

Desde o início da década de oitenta, começou-se a dar particular destaque àquilo que o aluno já sabe (ideias prévias) sobre o conteúdo que se pretende ensinar, como forma de aquisição de novos conhecimentos (Henson e Henson, 1987), e isto independente do modelo de ensino que se adopte (aprendizagem por objectivos, modelo piagetiano, modelo de Ausubel, metodologia de inquérito científico, etc) ou das correspondentes teorias de aprendizagem (teorias associativistas, teoria do desenvolvimento psicológico, teoria da aprendizagem significativa, etc.). A detecção das ideias prévias dos alunos é um passo importante na sequência didáctica, servindo, por exemplo, para que o professor confirme anteriores aprendizagens (os chamados "pré-requisitos") ou a qualidade das mesmas, para verificar o estágio de desenvolvimento em que o aluno se encontra (e portanto do grau de apropriação dos mesmos conceitos), ou ainda para que o professor verifique a existência ou não de concepções prévias, científicas ou alternativas ao conhecimento científico.

Como afirmam Pérez et al. (1990), «parece que, independentemente do modelo didáctico que cada um tenha, devem-se considerar as ideias, interesses, crenças,...dos nossos alunos no processo de planificação. O que é obviamente diferente é o uso que se faz dessas características iniciais» (p. 25).

As concepções prévias, de acordo com as teorias construtivistas da aprendizagem, são adoptadas como ponto de partida para o percurso metodológico que se implemente e, como tal, não correspondem unicamente a estudos teóricos de psicólogos ou de didactas, mas devem ser entendidas como uma necessidade que o professor não deve descurar (Cubero, 1995). Efectivamente, desde há bastante

tempo se confirmou que o aluno quando chega à sala de aula, não vem destituído de conhecimentos acerca dos fenómenos sociais ou naturais (o aluno não é uma "tábua rasa" de conhecimento); muitas vezes o aluno já teve a eles acesso, quer mediante experiência pessoal, quer através do contacto familiar ou com o seu círculo de amigos, quer através dos meios de comunicação social, quer ainda através de anteriores aprendizagens formais (Pozo, 1996).

Na fundamentação da importância das ideias prévias podemos encontrar autores de áreas tão diversas como Piaget, Novak, Kelly e Ausubel (Freitas e Duarte, 1990; Santos, 1991a). Piaget, por exemplo, considera que as ideias, crenças, explicações causais e expectativas ocorrem de forma espontânea no decurso do desenvolvimento da criança, como maneira de dar sentido às suas experiências pessoais (Santos, 1991a) e como forma de ela se aperceber de como funciona o mundo (Novak, 1995). Daqui resulta a necessidade do professor conhecer o desenvolvimento do aluno, por forma a que os conteúdos e as aprendizagens propostas sejam compatíveis com o seu nível de desenvolvimento (Candeias, 1997).

Ausubel, através da sua teoria de aprendizagem por assimilação significativa, atribui importância decisiva a esse conhecimento anterior, assumido como ponto de partida para uma aprendizagem significativa; ou seja, *«descobrir o que o aluno já sabe e levá-lo a relacionar com isso, de forma relevante e significativa, o que de novo se lhe quer ensinar é, sem dúvida, um importante princípio a ter em conta»* (Freitas e Duarte, 1990, p. 129). Dizia Ausubel (citado por Santos, 1991a):

*Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o factor mais singular, mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele já sabe e baseie isso nos seus ensinamentos.*  
(p. 73)

Ao longo das últimas duas décadas, a investigação tem detectado algumas características comuns relativamente às ideias alternativas (às científicas): são persistentes ao longo do tempo e não se modificam facilmente com estratégias de ensino tradicionais; apresentam coerência interna de acordo com os esquemas de raciocínio dos alunos; são comuns entre alunos de diferentes meios, idades, sexos e mesmo culturas; algumas dessas ideias têm correspondência (parcial) em antigas concepções da história da ciência; podem relacionar-se de formas diversas com o conhecimento científico e, portanto, os significados que os alunos constroem não são os esperados pelo professor (Santos, 1991b; Cubero, 1995; Driver e Oldham,

1995; Miras, 1995; Más, 1996). Estas características constituem, por si só, motivos mais que suficientes para serem atendidas pelo professor no processo de construção/mudança conceptual.

iv) *A aprendizagem como reorganização e desenvolvimento das ideias dos alunos*

As ideias prévias dos alunos têm particular interesse em três importantes modelos de ensino-aprendizagem. Um deles é o *modelo da mudança conceptual* e as suas diferentes propostas metodológicas a que à frente daremos maior destaque. Basicamente, este modelo pretende, mediante estratégias adequadas, encorajar o aluno a compreender como é que a ideia nova favorece uma maior compreensão do mundo, ao invés da convicção, da crença, da ideia distorcida, que já existia no armazém informativo (Rutherford e Ahlgren, 1989/1995; Bradford et al., 1995; Marín et al., 1997).

De facto, e de acordo com os resultados das muitas investigações realizadas no domínio da psicologia, supõe-se que o complexo funcionamento cognitivo humano envolve a construção de "modelos" ou "esquemas" estruturados e de complexibilidade variável que as pessoas utilizam para interpretar as suas experiências (Driver e Oldham, 1995). Para que ocorra aprendizagem, há a necessidade do desenvolvimento e da mudança destas estruturas do conhecimento, sem as quais se corre o risco de não se promover uma aprendizagem duradoura e útil, retida na memória a longo prazo.

Igualmente válida para justificar esta concepção de ensino-aprendizagem são as contribuições de Bachelard. Segundo este autor, a aprendizagem não ocorre pela acumulação de informações, uma vez que estas só se transformam em conhecimento quando modificam o espírito do aprendiz. Para o efeito, exige-se uma ruptura (desconstrução) dos conhecimentos anteriores para que ocorra uma nova "razão"; há como que um "continuum" de conhecimentos: uns contróiem-se enquanto outros se destróiem (Lopes, 1993).

O segundo modelo, é o já referido *modelo da aprendizagem significativa de Ausubel*, segundo o qual a aprendizagem acontece quando a nova informação se liga às ideias inclusoras que já existem na estrutura cognitiva do aluno e onde os "organizadores prévios" têm um papel fundamental (Solé e Coll, 1995; Driver e

Oldham, 1995), sofrendo estes organizadores de uma reconciliação integradora e de uma diferenciação progressiva (Marín et al., 1997).

No entanto, como salienta Posada (1996), para que se produza aprendizagem significativa torna-se necessário que se «*activem as ideias inclusoras, os métodos de análise requeridos se encontrem ao nível alcançado pelo aluno, haja suficiente motivação, autoestima, atitude positiva, percepção favorável do contexto, reforços periódicos das ideias correctas sobre as equivocadas, etc.*» (p. 310).

O terceiro modelo é o *modelo piagetiano*, que considera que a integração de um novo dado na estrutura cognitiva do aluno pressupõe a activação de algum esquema cognitivo já conseguido, ocorrendo um processo de assimilação, seguido da acomodação do referido conceito (Marín et al., 1997).

v) *A aprendizagem ocorre numa variedade de contextos*

É possível e útil desencadear aprendizagem nos mais diversos contextos (White, 1989): na escola ou fora dela; através da família, nas relações com os colegas, nas diversas interacções sociais; através do professor, da informação dos livros ou através dos *media*. Em qualquer dos casos, e com base no que anteriormente se afirmou, a aprendizagem terá sempre mais sucesso e, portanto, maior eficácia, se partir das coisas tangíveis e directamente acessíveis aos sentidos (visuais, tácteis, auditivos), a partir de *exemplos concretos*, e não sobre abstracções ou fenómenos que estejam fora da percepção, compreensão ou conhecimento do aluno (Rutherford e Ahlgren, 1989/1995). Infelizmente, não tem sido esta a prática do nosso ensino.

vi) *A aprendizagem ocorre segundo trajectos diferentes, de acordo com as diferenças individuais dos alunos*

Por último, deveremos sempre recordar que, muito embora os anteriores horizontes façam parte de uma realidade que atinge todos os alunos, há, todavia, sempre diferenças e ritmos de aprendizagem para os quais deveremos estar atentos. A existência de alunos com diferentes bagagens informativas prévias e com diferente estimulação anterior a que foram sujeitos, diferentes capacidades de concentração, diferentes padrões motivacionais, diferentes "culturas" (Smolska,

1996) e diferentes potencialidades cognitivas, entre muitos outros aspectos, é razão mais que suficiente para confirmarmos a heterogeneidade dos alunos e, portanto, a cumulativa existência de diferentes modos de aprender.

Esta constatação vai ter reflexos na preocupação que o professor deve ter na implementação das suas estratégias, devendo primar pela sua diversidade, por forma a ter maiores possibilidades de conseguir chegar mais perto dos complexos mecanismos de assimilação cognitiva dos alunos. Como afirma Salvador (1991), há muitas maneiras de ajudar os alunos a construir o seu conhecimento, sem ter sempre de recorrer a procedimentos uniformes, mais ou menos estandardizados.

### 2.3.3.2. Alguns princípios para o ensino das ciências

Perante os grandes princípios gerais de aprendizagem antes apresentados e genericamente aceites pela comunidade educativa, a actuação do professor deve necessariamente atender a tais pressupostos. Apresentaremos, de seguida, algumas ideias básicas de intervenção docente que mais não são do que o reforço de tais princípios:

a)- *Os objectivos do ensino*: deve-se partir do pressuposto de que todas as pessoas têm os seus objectivos. Assim sendo, o ensino deverá ser desenvolvido o mais próximo possível dos interesses dos alunos: é que o aluno, ao aprender, não se limita a fazê-lo de forma passiva; interacciona activamente sobre o ambiente, por forma a dar-lhe sentido (Driver e Oldham, 1995).

Por conseguinte, e de acordo com a opinião de Rutherford e Ahlgren (1989/1995) «*as escolas deveriam seleccionar os conceitos e as capacidades mais importantes, de modo a poderem concentrar-se na qualidade de compreensão, e não na quantidade de informação apresentada*» (pp. 221-222).

b)- *A importância do contacto com as coisas*: esta ideia do contacto com as coisas e, por extensão, com as situações, foi defendida por Piaget, ao referir-se ao exercício e à experiência como factores do desenvolvimento intelectual (Sequeira, 1990). Também Vigotsky valorizou a experiência, ao afirmar que a conduta humana era basicamente caracterizada pela reacção biológica à situação e pela utilização de instrumentos físicos (objectos) e de sinais (Manacorda, 1980). O uso de instrumentos e a interacção social (mediada pelos sinais, pelos símbolos e pela

linguagem) constituíam processos mediante os quais se poderia estender a capacidade de acção do indivíduo. Então, como ainda afirmava Vigotsky (citado por Rio, 1986), «*se mudarmos os instrumentos de pensamento que a criança utiliza, a sua mente mudará radicalmente*» (p. 3).

Na actual sociedade tecnológica, onde os instrumentos (os físicos, de produção material, e os semióticos, de produção intelectual) mudam a todo o momento, poderemos, desse modo, admitir e justificar as grandes mudanças nos nossos alunos relativamente àqueles outros alunos que nós já fomos; daí a premente necessidade da educação em geral (e da educação científica, em especial) se adaptar às novas necessidades, às necessidades impostas pela mudança.

c) *Ensinar é criar zonas de desenvolvimento próximo e intervir nelas*: com este título, Onrubia (1995) faz uma excelente exploração do papel do professor que perspectiva o ensino como um processo contínuo de construção de conhecimentos e de capacidades, assumindo-se, assim, como um dos "outros" que Vigotsky tanto enfatizou. Segundo o referido autor, a criação de "zonas de desenvolvimento próximo" (ZDP) é possível de conseguir, quer pela interacção que acontece entre professor e aluno, quer pela interacção que existe entre os próprios alunos

d)- Estratégias de ensino activas: conforme afirma Whitehead (1970), a nossa mente não é passiva: ela encontra-se em perpétua actividade, é receptiva e reage a estímulos. Desta forma se compreende uma das concepções pedagógicas mais actual: «*os alunos são considerados não como objectos da formação, mas sim como sujeitos da sua formação*» (Barroso, 1997). Sendo assim, numa aprendizagem onde se pretende a participação activa do aluno, não faz sentido a aplicação exclusiva de estratégias de ensino como a transmissão-recepção passiva de informação. A *concepção construtivista* rompe, como vimos, com esta tradicional concepção de ensino, na medida em que propõe métodos didácticos centrados no aluno, onde o professor tem um papel de auxiliar (ainda que relevante) da aprendizagem, isto é, "gestor das situações educativas", em oposição os tradicionais métodos expositivos e fechados centrados no professor (Salvador, 1991). Por conseguinte, torna-se importante que o professor seleccione situações que estimulem a curiosidade, a descoberta e a apresentação de hipóteses, criando simultaneamente condições para que o aluno se torne autónomo (Candeias, 1997).

e)- *Promover a comunicação oral e escrita*: com a comunicação generaliza-se a informação, permite-se o confronto de ideias, a discussão, a atitude crítica (Ogborn, 1988) e possibilita-se a ampliação do potencial criativo face aos argumentos contrastantes. Isto vem ao encontro dos estudos da psicologia, onde a linguagem tem um papel de destaque na aprendizagem em geral, como processo de interação social.

f)- *Promover a auto-confiança e o sucesso entre os alunos*: desde os anos trinta que se tem vindo a desenvolver importantes investigações no âmbito das motivações e dos interesses dos sujeitos para com a realização das tarefas, tendo-se chegado à conclusão da existência de vários "estilos motivacionais" entre as pessoas (Celay, 1987), de acordo com o grau de persistência e envolvimento que os mesmos desencadeiam para a consecução das referidas tarefas.

Uma outra linha de investigação conduzida por Ames (citado por Celay, 1987) trouxe à luz o desenvolvimento de diferentes padrões motivacionais quando se relacionam três tipos de processos de trabalho na aula (individual competitivo, individual não competitivo e cooperativo) e a actuação do professor.

Os resultados de tais investigações, quando transpostos para o ensino, levam-nos às seguintes conclusões: (a) na aprendizagem intervêm numerosos aspectos de natureza afectiva e relacional; (b) o sucesso com que resolvemos as situações desempenha um papel decisivo na construção do conceito que temos de nós mesmos (auto-conceito) e da estima que manifestamos (auto-estima) e, em geral, em todas as capacidades relacionadas com o equilíbrio pessoal (Solé, 1995); e (c) a motivação dos alunos não passa exclusivamente por uma organização curricular mais adequada aos seus interesses e capacidades e nem sequer a motivação é unicamente responsabilidade sua. Muitas vezes o professor pode exercer um papel determinante quer na formação de interesses quer na determinação de padrões motivacionais no aluno, por exemplo, ao propor-lhe tarefas que, apesar de estimulantes, possam em simultâneo estar ao alcance desses alunos, não os bloqueando.

g)- *A necessidade de tempo*: este é o eterno problema do ensino, pois quase sempre escasseia o tempo necessário ao desencadear de uma aprendizagem de qualidade. Whitehead (1970) enuncia como essencial o cumprimento daquilo que designa como "mandamentos educativos": «*Não ensinar demasiados assuntos*» e,

ainda, "*O que ensinares, ensina completamente*"» (p. 2). Daí a necessidade de compromissos e do estabelecimento de um equilíbrio: se, por um lado, não é solução o "despejar" matéria com vista à poupança de tempo, por outro lado, não se deve abdicar do cumprimento dos programas, sob pretexto do ensino resultar de fraca qualidade. Pensamos que algumas coisas podem ser feitas: por um lado, estabelecer com precisão que tipo de objectivos pretendemos; e, por outro, dirigir mais a atenção para o essencial que para o acessório. Talvez assim não se deixem de lado aspectos tão importantes na educação científica como a formulação de questões, a exploração, a testagem, a leitura, a argumentação, o debate, etc, processos pelos quais o trabalho do aluno se aproxima do trabalho do cientista, não se limitando, desse modo, a reproduzir os enunciados de ciência (Delval, 1994).

#### 2.3.4. Mudanças nas finalidades do ensino das ciências: formação de "especialistas" *versus* promoção da "cultura científica"

Quando se definem finalidades para o quer que seja (uma actividade, uma instituição ou um ciclo de estudos), essas finalidades reflectem os valores de quem as define. Como afirma White (1989), as finalidades são vias específicas para dar força aos valores. Se é certo que os valores diferem entre sociedades (por exemplo, o ideal de progresso para o cidadão ocidental é diferente da valorização de estabilidade e de conservação para um aborígine australiano), também é verdade que os valores mudam dentro da própria comunidade: enquanto que existem valores estáveis através das gerações (paz, ordem social,...), outros podem mudar, como a função do trabalho e o papel do homem e da mulher ou ainda, no caso específico dos valores na educação, a selectividade ou a generalização da educação para todos.

Relacionado com esta última finalidade, foi outrora estabelecido o ideal de literacia básica e de numeracia para todos, por forma a gerar uma população minimamente esclarecida na leitura, na escrita e no cálculo, apta a enfrentar o mundo durante toda a sua vida. Esta posição foi acompanhada pela oferta de ensino, preferencialmente para a escolaridade obrigatória; só poucos alunos avançavam para o ensino secundário e muitos menos, ainda, para o ensino universitário.

As mudanças impostas pelo desenvolvimento vieram, contudo, trazer ao sistema de ensino novos valores: a educação deveria ser o mais vasta possível; deveria desencadear um processo de formação que se prolongasse ao longo da vida

do indivíduo, na perspectiva de uma formação contínua; e, por último, deveria promover uma população cientificamente informada (White, 1989).

Nos últimos anos tem crescido o interesse e a preocupação dos indivíduos face aos vários problemas que o uso da ciência e da tecnologia podem causar nas pessoas e no ambiente. No entanto, verifica-se que entre a compreensão que o público tem desses problemas e as explicações que são dadas pela ciência há hoje um grande hiato (Martins, 1995a) que parece acentuar-se com o tempo. Em face da explosão do conhecimento científico e tecnológico, necessário se torna fazer chegar ao público uma parte significativa deste saber, principalmente para que esse público não tome decisões incorrectas, mal informadas ou, ainda, para que não enverede por fanatismos de diversa índole (religiosos, ecológicos, políticos, etc) que tantas vezes vemos explorados na comunicação social (Hurd, 1990).

Desde o início da década de oitenta que se assiste a um aceso debate relativamente à forma de dinamização de uma nova educação em ciências, orientada, cada vez mais, para o indivíduo e para a sociedade. Bybee e DeBoer (1994) sintetizaram, como se segue, quatro *principais linhas de força* que, no seu entender, deveriam configurar *os novos currículos*: preocupação com os problemas da vida contemporânea; conteúdos da ciência directamente relacionados com os interesses dos alunos; integração do conteúdo científico num contexto de ampla interdisciplinaridade que englobe as artes, a literatura, as matemáticas e as ciências sociais; participação do aluno nas grandes decisões envolvendo a ciência, na sociedade democrática. Desta forma ganhou destaque a vertente das *interacções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade*, finalidade esta que englobaria muitas das outras finalidades do ensino das ciências. A esta educação que pretende atingir todos os cidadãos, independentemente do seu futuro profissional, poderemos designá-la como educação *sobre* ciência (Koertge, 1996), considerando-se essencial os métodos de pensamento científico (os processos).

Esta posição foi, no entanto, criticada por outros autores que continuavam a defender uma educação *em* ciências, isto é, dentro dos próprios limites da ciência; ou seja, uma educação que enfatizasse as matérias científicas (o produto). Para Kromhout e Good (1983), por exemplo, o que é criticável não é a preocupação com os problemas sociais, mas sim o facto de a ciência escolar ao ser organizada em torno desses problemas, correr o risco evidente de perder a coerência e a integridade estrutural que caracterizam a ciência. Por outro lado, para Good, Herron, Lawson e Renner (1985), ao assumir-se a posição da educação *sobre* ciência, estão-se a

privilegiar as dimensões políticas e sociais da educação científica, em vez de se dar importância aos processos da ciência como meios de conseguir o conhecimento científico. E concretizam do seguinte modo, a sua posição: «*A educação em Física não é o impacto da energia nuclear na sociedade, nem o estudo da sociedade na Física nuclear*» (idem, p. 141).

A controvérsia anterior procura, em suma, testemunhar uma das grandes dificuldades do ensino das ciências nos nossos tempos: como conciliar a essencial formação especializada em ciência que está na base de futuras profissões e carreiras do domínio científico e tecnológico, com a necessidade também essencial de formar mínima e genericamente todos os cidadãos em ciência, independentemente do seu percurso profissional.

Este dilema foi também constatado em Portugal, quando Mariano Gago (citado por Miguéns et al., 1996) considerava essencial renovar o ensino das ciências para atender não só à formação de cientistas, mas também para promover uma alfabetização científica básica, generalizada a todos os cidadãos, acrescentando ainda que a formação científica especializada não deveria também ter exclusivamente como suporte uma educação científica generalizada, facto este que seria, obviamente, desvantajoso.

Assistimos, enfim, actualmente a correntes de ideias que, perante as características de um ensino tradicional de ciências que ainda hoje domina as nossas escolas e cujas consequências já atrás demos destaque suficiente, defendem que o ensino das ciências não pode nos nossos dias ter em vista objectivos únicos. Yager (citado por Barbosa et al., 1989), por exemplo, considera existirem *três grupos de finalidades do ensino das ciências*:

i) *para o indivíduo*, por um lado, na medida em que favorece o seu desenvolvimento pessoal, através do desenvolvimento de capacidades, atitudes, valores e destrezas; por outro lado, promove o desenvolvimento de competências relacionais, quer promovendo o desenvolvimento de relações com os outros e com a sociedade, quer com a própria actividade científica; por outro lado, ainda, permite ao indivíduo uma melhor utilização da ciência na melhoria da sua vida, ao lidar com um mundo cada vez mais tecnológico;

ii) *para a sociedade*, uma vez que o indivíduo cientificamente culto há-de ser capaz de agir de forma consciente sobre os problemas criados pela ciência e pela

tecnologia e que atingem essa mesma sociedade (questões ambientais, energéticas, urbanísticas, etc); por outro lado, o indivíduo cientificamente culto pode participar democraticamente na vida comunitária, quer votando ou, mais simplesmente, optando sobre as questões que envolvam a ciência, conhecendo as alternativas e as potencialidades, os riscos, os limites e os obstáculos na resolução de problemas. Perspectivada desta forma, a educação científica contribui para o que deverá ser, afinal, um dos grandes objectivos do ensino, a educação para a cidadania.

iii) *para a própria ciência*, garantindo a sua própria sobrevivência e permitindo o seu crescimento, através da formação de cientistas e de técnicos capazes de fornecer respostas tecnológicas às necessidades sociais.

Outra das questões que muito se tem discutido é a relação do currículo de ciências obrigatório com o *mundo do trabalho*. Cada vez mais a escola tem um papel de orientação e de formação vocacional (a par da construção da identidade social do jovem). Parece evidente que uma das formas de o conseguir será levar os alunos ao mundo do trabalho, paralelamente ao tratamento de temas e de problemas sociais na escola, permitindo, assim, ao jovem o desenvolvimento de uma identidade social e vocacional (Ramos, 1991), mas também a sua formação para a polivalência e para a flexibilidade. No dizer de L. Rodrigues (1991), esta finalidade exige um ensino que estimule o espírito crítico, a criatividade e a capacidade de superar a complexidade das situações; um ensino que promova ao máximo a aproximação do jovem à vida e à sociedade, isto é, « *um ensino que essencialmente desenvolva a capacidade de pescar e não a de comer um filete sintético embalado em publicidade*» (idem, p. 90).

Solomon et al. (1995c) consideram que a importância da educação em ciências para ir ao encontro do emprego e do mercado de trabalho deve ser considerada segundo três aspectos:

i) *para aqueles poucos alunos* (a minoria, cerca de 1/1000) que no futuro serão investigadores e cientistas. Estes alunos, depois de concluírem o ensino secundário, receberão formação na universidade e serão os grandes responsáveis pela produção de novo conhecimento e pela inovação industrial, para que a civilização não entre em colapso (Gil et al., 1991);

ii) *para aqueles que utilizarão a ciência nos seus empregos*, particularmente os técnicos relacionados com a ciência (ex: laboratórios, hospitais, ramo alimentar).

Para estes, torna-se importante que a educação científica lhes proporcione trabalho laboratorial e mais contacto com as indústrias;

iii) *para todos as pessoas*, na medida em que todos irão necessitar de usar e compreender as novas tecnologias ou de se adaptar a novas formas de organização do trabalho. Neste sentido, interessa que o conhecimento científico básico, as habilidades e as atitudes positivas face ao trabalho sejam postos ao serviço de qualquer cidadão, como parte da cultura geral, favorecendo o aparecimento de uma verdadeira *cultura científica*.

Todos os cidadãos deveriam ser *alfabetizados*, não apenas na componente tradicional com que a alfabetização sempre foi vista (ler, escrever e contar), mas alargando essa alfabetização mínima para outros campos, onde necessariamente se incluirá a ciência e a tecnologia. Num âmbito mais alargado, a alfabetização deve proporcionar a todos os indivíduos a possibilidade de compreenderem e resolverem problemas, mas também de reflectirem e de tomarem decisões importantes sobre questões que envolvam a ciência e a tecnologia .

Então todos os cidadãos necessitam de ser cientificamente literados (*literacia científica e tecnológica para todos*) (Hurd, 1990; Lee, 1997), não porque as suas futuras ocupações estejam necessariamente relacionadas com a ciência, mas porque nesses trabalhos são aplicadas muitas das aquisições (alguns conteúdos, procedimentos e atitudes) conseguidas na aprendizagem das ciências (Macashill e Ogborn, 1996); porque serão importantes nas suas vidas na análise dos novos desenvolvimentos tecnológicos, dos problemas éticos e das questões sociais; e porque contribuem para que o aluno pense, actue, crítica e cientificamente, perante novas experiências (Solomon, 1995c).

Gil et al. (1996) consideram ainda que esta compreensão pública da ciência também é útil para os futuros cientistas, na medida em que lhes proporciona o confronto com ideias deformadas muito estendidas acerca de uma ciência pura sem relação com as concepções e problemáticas do mundo exterior.

Millar (1993, 1996b) sintetiza melhor os argumentos que poderemos encontrar para justificar uma adequada promoção da *compreensão pública da ciência*, considerando os seguintes: a) *argumentos utilitários*, porque o conhecimento científico é prático, utilizado no dia-a-dia, no contexto quotidiano; b) *argumentos democráticos* - todo o cidadão tem direito a participar nas decisões

acerca dos problemas sociais que envolvem uma componente científica; c) *argumentos culturais* - da mesma forma que todas as pessoas deveriam conhecer os grandes eventos da literatura ou da música, também os alunos deveriam ter acesso aos grandes feitos da ciência, uma vez que a ciência é ela própria um produto da nossa cultura; d) *argumentos sociais* - por forma a que as pessoas estabeleçam uma maior ligação entre a ciência e a cultura geral; e) *argumentos económicos* - parece existir uma relação directa entre uma boa compreensão da ciência e a saúde económica de um país, associada à concretização científica e tecnológica que identifica uma nação como desenvolvida.

A *cultura científica* é muito mais e muito diferente de muitos conceitos científicos e, pela sua especificidade, distingue-se das outras dimensões da cultura moderna. Num relatório de 1989, elaborado pela "*American Association of Advancement of Science*" (AAAS), definia-se um indivíduo cientificamente culto como aquele que está consciente de que a Ciência e a Tecnologia são empreendimentos interdependentes e sólidos, mas que apresentam limitações; que compreende e usa conceitos-chave e princípios da ciência a nível social e social; que é capaz de compreender os fundamentos e o estado actual de muitos dos problemas da vida e das ciências naturais; que compreende que as observações são passíveis de erros e que o conhecimento está sempre incompleto (Martins, 1995).

Ser culto cientificamente passa muito por compreender que se a ciência aumentou as nossas perspectivas de sobrevivência, também é verdade que hoje temos de saber viver, o que implica a nossa participação e produção de consensos em torno das propostas da comunidade científica (Miguéns et al., 1996).

A promoção da *cultura científica* é, pois, uma obrigação das escolas, mas não só: os meios de comunicação, as instituições científicas e os museus, por exemplo, também têm aí um importante papel a desempenhar. Como afirma Gago (citado por Martins, 1995), o desenvolvimento da cultura científica deve ser um projecto colectivo, com incidência nacional mas integrado no contexto internacional, que, para além do envolvimento pessoal, requer um forte investimento institucional.

Em termos curriculares, a escolaridade obrigatória é, por vocação, o nível de ensino onde mais se deveria promover a referida cultura científica, deixando o aprofundamento mais académico para as disciplinas do ensino secundário. Esta posição é, aliás, assumida nos objectivos gerais de ciclo (ME, s/ data) onde, nos seis grandes objectivos gerais (comunicação/expressão; recolha e tratamento da

informação; aptidões intelectuais e estratégias cognitivas; aquisição estruturada de informação; aptidões psico-motoras e atitudes), podemos ver expressos muitos dos horizontes que se pretende com a cultura científica.

A lógica que deveria presidir ao ensino das ciências na *escolaridade obrigatória* não deveria ser, portanto, a formação de futuros cientistas, pelo qual os alunos se envolveriam em actividades de âmbito científico-tecnológico, mas a de uma formação com vista à obtenção de uma cultura científica, tal como é defendida por muitos autores (por exemplo, Cachapuz, 1995). Nesta formação, *dever-se-á* valorizar o quotidiano, procurando-se um ensino contextualizado, contrariamente ao ensino académico tradicional, quase sempre descontextualizado.

#### **2.4. ALGUMAS TENDÊNCIAS IMPORTANTES PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS**

A propósito das questões "Que ciência deveria ser ensinada?" e "Por que razão os alunos devem estudar ciências?", Bybee e DeBoer (1994) referem que é possível dar-se destaque a três propósitos: a *aquisição de conhecimento científico*; a *aprendizagem dos processos ou metodologias das ciências*; e ainda a *compreensão das aplicações da ciência*, particularmente as relações entre a ciência e a sociedade, e as relações ciência-tecnologia-sociedade. A combinação do "Quê" e do "Porquê" do ensino da ciência permite dar relevo aos três grandes objectivos curriculares: desenvolvimento pessoal e social; conhecimento dos factos e princípios da ciência; e conhecimento dos métodos e capacidades científicas e sua aplicação.

Com tais objectivos, não incompatíveis, que integram as grandes linhas de investigação do ensino das ciências em todo o mundo, o ensino tem ganho em diversidade, principalmente por que hoje se pugna pela sua aplicação doseada. De facto, parece haver um crescente consenso da comunidade investigativa de que não é possível separar estes três elementos: a aprendizagem da ciência, a aprendizagem acerca da ciência, e a aprendizagem acerca da aplicação da ciência (Blosser e Helgeson, 1990; Pérez, 1996). Cada um destes aspectos condiciona uma tendência de ensino que, de seguida, sistematizaremos.

### 2.4.1. As concepções alternativas e a mudança conceptual e metodológica

Como temos vindo a afirmar, a aprendizagem dos conceitos não ocorre de forma desgarrada, como se o professor pudesse "injectar" conhecimentos numa mente vazia que tudo pode receber; os conceitos constroem-se a partir de conceitos prévios, muitas vezes concepções alternativas às concepções científicas, através de um processo de mudança (Hewson e Hewson, 1987). Efectivamente, as investigações efectuadas, principalmente a partir da década de 60, permitiram concluir que a aprendizagem dos conceitos resulta da interacção do conhecimento do aluno com o conhecimento científico exterior ao aluno. Existem muitas diferenças entre estes dois tipos de conhecimento: enquanto que o *conhecimento do aluno* é de natureza privada, porque faz parte daquilo em que o aluno acredita e porque é construído sem tempo e sem preocupações, de forma que não é suposto ser demonstrado (Cachapuz, 1995), o *conhecimento científico*, a que o aluno tem acesso através da escola, é fornecido através do professor ou dos elementos de estudo, envolve limitações relacionadas com horários escolares e com a organização de disciplinas e, normalmente, é avaliado.

Assim, embora possam existir situações educativas onde a interacção do conhecimento do aluno com o conhecimento científico ocorra sem problemas (por exemplo no ensino de conceitos muito específicos) ou por não existirem concepções prévias ou porque o conhecimento científico vai encontrar concepções desse tipo que se limitam a ser ampliadas, existem muitas outras situações em que o conhecimento científico vai encontrar um outro conhecimento já organizado na mente do aluno, mas que contrasta com ele (as concepções alternativas). Neste último caso, diz-se que ocorre um *conflito conceptual* e é particularmente sobre estas situações que o professor deve estar atento, não só à sua detecção, mas também às estratégias que deverá implementar para conseguir (se tal for possível) ultrapassá-las.

Segundo este ponto de vista, os alunos constroem conhecimentos a partir das suas ideias ou concepções prévias, devendo o ensino das ciências (em particular) promover a mudança destas ideias, tendo em vista aproximá-las, progressivamente, do conhecimento conceptual academicamente aceite pela comunidade científica (Marín, Gómez e Benarroch, 1997).

A propósito das concepções alternativas, Cachapuz (1995) afirma:

*...não devem ser confundidas com interpretações momentâneas ou localizadas, simples artefactos de um dado contexto situacional, resultando de simples distrações, lapsos de memória ou erros de cálculo, mas sim como potenciais modelos explicativos podendo unificar mais de que um tipo de fenómenos e resultando de um esforço consciente de teorização.(p. 361)*

Gil et al. (1991) consideram existir quatro tipos de condições para que ocorra a mudança conceptual: que se produza insatisfação nos conceitos existentes; que se consiga uma concepção minimamente inteligível; que seja plausível, embora contradiga as ideias prévias do aluno; e que seja frutífera, permitindo verificar anteriores anomalias, abrindo em simultâneo as perspectivas para novas áreas.

Para que ocorra mudança conceptual não basta, contudo, considerar apenas as concepções pré-existentes. A curiosa semelhança entre algumas dessas concepções dos alunos e as ideias científicas do passado leva a crer que também se deve mudar a metodologia de abordagem desses conceitos, a metodologia do senso comum, caracterizada pela ausência de dúvidas, a não consideração de ideias alternativas, a ocorrência de respostas muito rápidas... Para Gil et al. (1991), a *mudança metodológica* está relacionada com o pensamento divergente, aliado ao rigor da comprovação das hipóteses, tudo na busca de uma coerência global.

Existe, assim, uma crescente atenção para outros aspectos (ontológicos, metodológicos, axiológicos) a ter em conta no processo de mudança, para além dos meramente conceptuais, subordinado ao que Pérez (1996) considera uma luta «*contra o reducionismo conceptual*» (p. 892).

#### **2.4.2. A educação em ciências numa perspectiva de trabalho científico**

Outra das tendências do ensino das ciências é a familiarização com o trabalho científico, através do «*desenvolvimento de competências dos alunos e a construção de imagens pós-positivas no que respeita à natureza do projecto científico*» (Cachapuz, 1995, p. 369). As competências utilizadas no âmbito do trabalho científico (muitas das quais não são, obviamente, específicas da área das ciências), incluem o levantamento de questões, a planificação de experiências, a elaboração de previsões, a verificação de semelhanças e de diferenças, o recurso a métodos vários, a comunicação das ideias e a avaliação dos resultados.

A estratégia de ensino que mais se aproxima da perspectiva construtivista da aprendizagem, parece ser o tratamento de *situações problemáticas de interesse*. A aprendizagem concebida como a exploração de situações problemáticas resulta então no desaparecimento da divisão que habitualmente se faz entre as actividades de introdução de conceitos, a resolução de problemas e os trabalhos práticos (Gil et al., 1991). A dinamização de práticas investigativas não deve, todavia, passar pela concretização rigorosa de supostas etapas sequenciais do chamado "método experimental", tal como foi destacado nos anos 60 e 70 (Goncet et al., 1990). Para que esse trabalho tenha sucesso, exige-se que o professor (o *expert*, o director da investigação) assegure uma boa orientação sobre o trabalho, trabalho este que deve ser executado em pequenos grupos, permitindo a cooperação e a permuta de saberes.

Associado ao tratamento de situações problemáticas, o *trabalho experimental* muito se presta à integração da aprendizagem dos conteúdos e do desenvolvimento de competências para se conseguir uma visão mais realista do que é a ciência. Cachapuz (1995) chama a atenção, todavia, para alguns cuidados a ter com a implementação das actividades experimentais: por um lado, o verdadeiro trabalho de investigação experimental não tem resultados conhecidos à partida e, portanto, assumir-se uma exploração deste tipo pode bloquear ou mesmo desmotivar os alunos; por outro lado, devemos ter em conta a natural diferença entre o coordenador de uma verdadeira investigação que detém toda uma bagagem informativa prévia que os nossos alunos obviamente não possuem; e, finalmente, relacionados com os anteriores alertas, é preferível optar por situações próximas do "contexto de verificação" do que do "contexto de descoberta", pois neste caso exige-se lidar com modelos teóricos inacessíveis aos alunos.

Isto não quer dizer que o trabalho experimental deva ser simplesmente demonstrativo, baseado num protocolo, onde constem os materiais a utilizar, os procedimentos a seguir e que, muitas vezes, já se disponha do local para efectuar os registos. As situações experimentais devem estar integradas em percursos de pesquisa e não em actividades pontuais, as quais, apesar de não deverem ser adiantadas pelo professor, deverão no entanto ser por ele orientadas.

Quanto ao papel do "relatório", este deverá funcionar não como um relato estereotipado do ocorrido, mas como uma redação livre e pessoal, relativamente à forma como o aluno perspectivou a investigação e de como os resultados se

relacionam com o seu entendimento, as suas ideias; ou seja, desse modo o relatório passa a ser utilizado como um instrumento metacognitivo (Cachapuz, 1995).

### **2.4.3. A educação em ciências e a promoção da literacia científica e tecnológica**

Como vimos, depois de nos anos sessenta, em alguns países ocidentais, se ter assistido à primeira grande crise do ensino das ciências, normalmente associada à necessidade urgente de formar uma nova geração de cientistas e de tecnólogos, nos anos oitenta uma segunda crise se instala nesses mesmos países. Esta nova crise surge em consequência da constatação da escassez de conhecimentos científicos por parte da população adulta, conhecimentos esses essenciais em face das características das modernas sociedades, científica e tecnologicamente evoluídas (Iglesia, 1997b). A literacia científica para todos os alunos impõe-se, então, como o grande lema dos anos setenta e oitenta para a educação em ciências (Smolska, 1990; Bybee e DeBoer, 1994).

Estas novas preocupações com o ensino das ciências estiveram na origem das reformas de ensino que ainda hoje são notícia um pouco por todo o mundo e onde se debatem aspectos curriculares tão importantes como as finalidades desse ensino, os seus conteúdos e até as próprias metodologias. Prova disto é a afirmação de Lewis (1985): *«deveria haver três componentes da nossa educação científica: primeiro, ciência pura; segundo, ciência para acção, que inevitavelmente envolve aspectos da tecnologia; e terceiro, o que eu chamo, ciência para os cidadãos»* (p.29); ou a proposta de Gaskell (1982), em que uma mudança do currículo para incorporar a ciência, a tecnologia e a sociedade deveria destacar três áreas: uma grande ênfase na tecnologia; uma grande ênfase na natureza filosófica e cultural da ciência; e uma grande ênfase na ciência e nos problemas sociais.

O facto de muitos dos nossos alunos acharem aborrecidos muitos dos temas das aulas de ciências, o facto de entenderem que muitos dos estudos (nalgumas áreas) se orientam particularmente para o cálculo e, essencialmente, o facto de muitos dos alunos não encontrarem razões evidentes para o estudo que têm de efectuar, dada a falta de percepção da sua utilidade, são motivos mais que suficientes para se pensar num tipo de ensino mais prático, mais contextualizado, mais orientado para o quotidiano dos cidadãos. É neste sentido que Webber (1985)

salienta que o currículo das ciências para a escolaridade básica dos anos oitenta deveria colocar o seu foco na interação da ciência com a sociedade, na promoção da interdisciplinaridade e do desenvolvimento global do indivíduo.

No entanto, o contributo que o ensino das ciências pode dar para ajudar o aluno na exploração do mundo onde vive não é a mesma coisa que ensinar os conhecimentos da ciência por forma a fazê-lo entrar no mundo dos cientistas. Como exemplifica Fourez (1994), ensinar ao aluno o sistema circulatório não é necessariamente a mesma coisa que lhe ensinar a maneira como pode reagir em caso de hemorragia ou de ataque cardíaco. Estamos perante duas concepções epistemológicas e duas atitudes diferentes: no primeiro caso, as teorias científicas surgem como um fim em si mesmo, enquanto que no segundo caso têm em vista questões imediatas e humanas. É com esta segunda intenção que nos orientamos para a literacia científica e tecnológica que *«deve passar pelo ensino das ciências no seu contexto e não como uma verdade que será um puro fim nele mesmo»* (idem, p. 67).

Na mesma linha de pensamento, Clark (1989) refere-se a uma contradição da educação americana: sendo a Biologia uma ciência naturalmente atractiva, como se pode explicar que o americano médio possua um conhecimento muito distorcido e frequentemente errado do mundo vivo? A referida autora salienta duas razões: por um lado, a carência de uma adequada educação científica na escola e em casa e, por outro lado, o facto de existir uma sobrecarga de má informação particularmente, através dos *media* populares.

Acontece, porém, que temos assistido a um verdadeiro crescimento exponencial do conhecimento científico e tecnológico. Assim, actualmente, por muitos anos que os alunos frequentem a escola, torna-se impossível que venham a ter acesso a toda a informação científica, mesmo se a frequentassem durante toda a sua vida. Por conseguinte, interessa, sobretudo, promover a aprendizagem de um núcleo fundamental de assuntos, núcleo esse que não sendo limitativo para um futuro aprofundamento, seja relevante para todas as pessoas, numa perspectiva de "ciência para todos", de uma literacia científica para todos os alunos e adultos (Michigan Department of Education, 1997).

Também Chapman (1985), ao comparar a educação da segunda revolução da sociedade com a da "terceira revolução" (perspectivada por Alvin Toffler), preconiza uma verdadeira revolução para o actual ensino das ciências: em vez da

preocupação com os conceitos (temas, assuntos) próprios da segunda revolução, o currículo deveria atender àqueles assuntos que preparassem o aluno para a "nova" vida, para as suas necessidades e curiosidades. Seriam, desta forma, de excluir os «*assuntos de interesse técnico passageiro ou de âmbito científico limitado*» (Rutherford e Ahlgren, 1995, p. 21), assegurando, assim, que as decisões não sejam um processo exclusivo de uma pequena elite tecnocrática, mas algo transferido para a população em geral, de forma democrática e com vantagens para a resolução de problemas quotidianos (Nunes, 1996).

Face à natural curiosidade dos jovens pela ciência, devem, nessa perspectiva, ser criadas oportunidades para que os estudantes a descubram, mostrando a relevância do estudo para si mesmo e para outras situações, procurando cativar o seu interesse (Saskatchewan Education, 1997), aproximando-o da actividade científica e dos produtos tecnológicos, fazendo com que ele identifique formas diversas de aproximação da actividade científica com a actividade tecnológica e com a sociedade; enfim, que estabeleça novos significados sobre fenómenos ou situações que lhe sejam próximas, concretas, contextualizadas.

É neste contexto que Fensham (citado por Cachapuz, 1995) salienta que a exploração das experiências da vida e as aplicações sociais *não* devem ser encaradas como meros exemplos de aplicação, mas antes como a essência da aprendizagem da ciência; isto é, as situações problemáticas devem constituir o ponto de partida para a disciplina e não meros exemplos de aplicação. Este será, concerteza, o grande desafio dos tempos próximos, nele se integrando os projectos e cursos CTS que têm e terão um papel determinante na promoção da literacia científica para todos.

Certo é que, apesar da reforma do sistema de ensino, parece não ter ocorrido evolução significativa na formação de jovens cientificamente alfabetizados, conforme parece demonstrar o estudo de Godinho (1996), ao comparar a contribuição dos antigos e dos actuais programas curriculares face a esta problemática.

## 2.5. A EDUCAÇÃO CTS (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE)

Não se pode conceber uma ciência (e portanto o seu ensino) separada da tecnologia, uma vez que entre as duas áreas são várias as interações que se estabelecem. Por outro lado, quer a ciência quer a tecnologia, como actividades humanas que efectivamente são, interactuam com a sociedade de forma complexa (Roy, 1995), pelo que se torna importante que os alunos contactem com problemas desta dimensão, úteis quer para as suas vidas quer para o avanço da própria sociedade (Lisowski, 1997).

A constatação desta multiplicidade de ligações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade e a utilidade da exploração destes temas para a promoção de uma literacia para todos, para o exercício consciente de papéis de cidadania (NSTA, 1990) deram origem ao chamado "*movimento CTS*". Tal movimento, embora tivesse sido inicialmente concebido no plano teórico, académico e investigativo, só acaba por ter verdadeira expressão, quando se assume como movimento social reivindicativo e, depois, quando se difunde por toda a educação ("*educação CTS*").

### 2.5.1. História e fundamentos da implantação do movimento CTS

Nos anos 60, para além de lhe corresponderem a um período bastante conturbado do ponto de vista social, com a proliferação de grupos anti-culturais e de contestação política (Arenas, 1994), tem também lugar a implantação de um forte *movimento activista de reivindicação social*, onde, entre outros, se incluíam activistas dos direitos civis, dos direitos dos consumidores, pacifistas, ecologistas, estudantes de engenharia e de ciências (Bijker, 1996), que tinham bem presente certas ocorrências de um passado recente e que na época tendiam a ser ampliadas: consequências da explosões das bombas atómicas aquando da 2ª Guerra Mundial, efeitos dos bactericidas e dos insecticidas nos terrenos agrícolas, efeitos das armas químicas utilizadas na guerra do Vietname, consequências poluidoras de uma forte industrialização e efeitos perversos da tecnologia nos locais de trabalho.

Estas manifestações, integradas no chamado *movimento ambiental* (Fensham, 1987), que tiveram origem na sociedade norte-americana e nalguns poucos países da Europa (particularmente na Holanda e no Reino Unido), acabaram por ter eco na política desses países e mesmo no *plano internacional*. Assim, nos EUA, em 1970,

foi criada a "Agência de Protecção do Meio Ambiente" e a "Oficina do Congresso para a Assessoria Tecnológica"; na Europa, surgiram os "partidos verdes"; a ONU, em 1972, promove a conferência de Estocolmo sobre o Ambiente Humano e, no mesmo ano, é editado o conhecido relatório "Os limites do crescimento", elaborado por um conjunto de notáveis figuras ligadas ao mundo científico, empresarial e financeiro conhecido por "Clube de Roma", onde são particularmente salientados o crescimento exponencial do consumo de petróleo e as reservas finitas desse recurso, a explosão populacional e a limitada produção de alimentos (Solomon, 1993).

Bem mais recentemente, em 1985, no que ficou conhecido pelo protocolo de Montreal, ficou acordada internacionalmente a supressão da utilização dos CFC, uma vez comprovada a sua acção destruidora da camada de ozono; em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento adianta a noção de *desenvolvimento sustentado*; e em 1992, com a realização da Cimeira da Terra, no Rio de Janeiro, o mundo acordou na redução drástica da emissão dos gases para a atmosfera, originada pela indústria do petróleo (Mitcham, 1996a).

Todos estas manifestações conduziram gradualmente a população a uma nova posição perante o avanço imparável da sociedade industrializada, uma vez que se confirmou que o desenvolvimento científico e tecnológico que influencia a economia nem sempre corresponde a prosperidade. Para além disso, a crise generalizada trazida pelo aumento dos preços do petróleo (crise de 1973/74), com as consequências daí advenientes (recessão económica, endividamento das empresas e dos estados, precariedade de empregos, reconversão no tecido industrial) (Arenas, 1994), conduziu à constatação de que a crença nas possibilidades ilimitadas do progresso é uma visão errada. Para combater esta imagem negativa da ciência e da tecnologia, surgiram dos mais variados quadrantes, algumas iniciativas que de há algum tempo se convencionou por designar como o *movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade* (Fensham, 1987).

As grandes razões que estão na base do movimento CTS podem ser assim enumeradas:

- *razões pessoais*, que defendem a importância da participação conjunta da população e do mundo científico e tecnológico, os temas e produtos a desenvolver;
- *razões sociais*, principalmente alimentadas pelos ideais dos movimentos sociais de contestação (femininismo, ecologismo) que adiantam que o indivíduo que não esteja minimamente informado sobre ciência e tecnologia passa a estar

vulnerável à tecnocracia; daí a necessidade de uma maior participação do indivíduo nas questões da sociedade;

- *razões humanistas*, relacionadas com uma dimensão mais global da cultura humana, capazes de englobar, também, o conhecimento, a história, a epistemologia, a comunicação da ciência e da tecnologia (Fourez, 1994);

- e, ainda, *razões ambientais*, relacionadas com a necessidade de uma consciência pública dos efeitos ambientais causados pelas novas tecnologias, com a consequente responsabilidade de quem faz ciência, e uma reavaliação da neutralidade da evidência científica e da produção do conhecimento (Solomon, 1993).

Para além do já referido movimento social, os estudos CTS acabaram, também, por se projectar nos meios académicos e no ensino. Como *movimento académico*, poderemos encontrar as suas raízes, analisando a evolução da ciência e da tecnologia no tempo. A tendência histórica para a compartimentação do saber veio posteriormente a competir com certas iniciativas supra-disciplinares, visando a agregação da ciência e da tecnologia para além dos aspectos estritamente tecnocientíficos. Foi assim que surgiram, desde metade do século XIX até aos nossos dias, os estudos de história da ciência e da tecnologia, da filosofia da ciência e da tecnologia, da economia da ciência e da tecnologia e da sociologia da ciência e da tecnologia. Segundo Mitcham (1996a), são precisamente estes estudos que formam a medula do campo de estudos CTS, onde se assume uma posição crítica da ciência e da tecnologia, e onde se procura a integração das humanidades e das ciências sociais com as ciências naturais e, mais recentemente, com as ciências económico-políticas. Neste sentido, poderemos considerar o CTS como uma área de acção e de investigação interdisciplinar sobre problemas específicos (Mitcham, 1996b). A preocupação com a integração de diversos estudos com a ciência esteve, segundo Solomon (1988b), na origem da designação CTS, designação essa que parece atribuir-se a um conjunto de artigos publicados segundo esta designação por Spiegel-Rosing e Price, em 1977.

Quanto à sua projecção no *ensino*, as perspectivas CTS surgem concretizadas em currículos específicos ou projectos CTS. Assim, nas universidades dos EUA, iniciaram-se programas com três propósitos distintos (Cid, 1995): os programas de ciência, tecnologia e política pública (STPP) e os programas de ciência, engenharia e política pública (SEPP), ambos visando a formação de gestores científicos e de engenheiros; os programas de ciência e tecnologia, procurando salientar o contexto social e cultural da ciência e da tecnologia e o seu funcionamento como processos

sociais; e os programas de ciência-tecnologia-sociedade, que vieram trazer grandes mudanças na educação e que se implantaram a partir dos finais da década de 60 e inícios da década de 70, procurando a alfabetização científica e a alfabetização tecnológica.

Antes, porém, de o movimento CTS se ter implantado com força nos EUA, nos anos 60 e 70, noutros países, particularmente no Reino Unido, decorreram outras iniciativas que acabaram por constituir, igualmente, importantes alicerces deste movimento. Os cursos *Nuffield*, inicialmente vocacionados para uma elite intelectual, estiveram nessa linha. As preocupações instaladas na sociedade com tudo aquilo que rodeava a actividade científica e tecnológica, conduziram, no entanto, ao surgimento gradual de cursos com novos propósitos, com preocupações mais culturais, com o intuito de ajudar o cidadão nos processos democráticos de decisão. Assim surge na Inglaterra o SCISP (*School Council Integrated Science Project*), em 1973, e dois outros projectos promovidos pela *Association for Science Education* (ASE), o *Science in Society* e o SISCOON (*Science in Social Context*) (Yager, 1993; Solomon, 1988b; Solomon 1993; McGrath, 1993).

Noutros países, merecem destaque os projectos canadianos *Science Plus* (Yager, 1993) e *Science - a way of knowing*, de 1971, iniciado por Aikenhead, durante o qual foi produzida uma série de materiais de ensino no âmbito dos aspectos filosóficos e sociais da ciência; e na Holanda, o PLON, que surgiu durante o período de consulta pública relativo ao uso da energia nuclear (Solomon, 1988b; Solomon, 1993).

Nas escolas ganhou, pois, destaque um tipo de ensino que privilegiasse as relações CTS, ou seja, que realisticamente reconheça que a ciência e a tecnologia são significativas no contexto social (Penick e Pellens, 1984). E o contexto para os alunos pode ser a casa, a comunidade, a escola e a classe, pelo que a análise de qualquer problema ligado ao aluno exige quase sempre uma abordagem interdisciplinar (Yager e Lutz, 1995).

Esta posição é defendida pelas principais organizações internacionais de professores e ligadas ao ensino. Por exemplo, as conclusões do 4º Simpósio do IOSTE (*International Organization for Science and Technology Education*), realizado em Kiel, em 1987, para discutir as principais tendências mundiais do ensino das ciências e da tecnologia, destacaram o *modelo CTS* como o que mais interesse assumia para a educação naquelas áreas. De igual modo, a *National*

*Science Foundation*, em 1982, e a *National Science Board*, em 1983, recomendam a introdução de cursos CTS, respectivamente para alunos de 11-12 anos e 9-11 anos (Lisowski, 1997). No ensino CTS (cursos ou módulos), um dos ingredientes básicos é o foco nos problemas locais, isto é, o estudo dos conhecimentos da ciência em contextos do mundo real, relevantes para todos os alunos (Hobson, 1996), em oposição aos tradicionais conceitos científicos usados como organizadores na maioria dos manuais escolares (Yager, 1989).

Cid (1995) salienta ainda que as razões que estão na base da crise recente do ensino das ciências, o desfasamento entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência efectivamente necessária aos cidadãos, são precisamente aquelas que conduziram a educação científica a voltar-se para a perspectiva CTS. Assim, porque nos últimos tempos ocorreram mudanças radicais na forma como entendemos a ciência, a tecnologia e a sociedade, é precisamente aqui que poderemos enumerar tais razões, assim enumeradas por aquela:

- *razões relacionadas com a ciência*: a investigação científica actual pretende mais a resolução de problemas sociais do que o desenvolvimento do conhecimento científico puro, tendo os centros de investigação tendência a passar das universidades para as indústrias financiadoras de tais investigações; por outro lado, a ciência e a tecnologia são hoje entendidas como sistema integrado; por outro lado, ainda, são evidentes as mudanças epistemológicas da concepção de ciência;

- *razões relacionadas com a tecnologia*: a tecnologia condicionou definitivamente o modo de fazer investigação científica, permitindo ampliar o conhecimento teórico, ou modificando as teorias mais antigas;

- *e razões relacionadas com a sociedade*: a sociedade actual é bastante diferente da sociedade, por exemplo, de há duas décadas; existem novas relações familiares, novas tarefas, novas exigências familiares.

Dadas as inúmeras potencialidades desta *perspectiva* (Gaskell, 1982), *megatendência* (Yager e Lutz, 1995) ou *paradigma*, nos EUA, a *National Science Teachers Association* (NSTA) acaba por assumir para os anos oitenta o CTS como finalidade central e metodologia fundamental para a educação em ciências.

### **2.5.2. A trilogia CTS: interações ciência-tecnologia-sociedade**

Várias vezes nos referimos já ao facto de, nos nossos dias, não podermos conceber a ciência distanciada da tecnologia e, muito menos, ambas afastadas da

sociedade e do ambiente (Baez, 1987). Não se trata, por outro lado, de uma mera aproximação, existindo mesmo situações de interações, de influências mútuas. No entanto, como salienta Chapman (1985), quando se analisam tais interações, ressalta imediatamente a forte interação entre a ciência e a tecnologia, e entre a tecnologia e a sociedade, mas a interação da ciência com a sociedade está longe de ser óbvia. Torna-se pois importante esclarecer tais interações, numa perspectiva óbvia de literacia científica (Webber, 1985), concretizando bem o que é a ciência e o que é a tecnologia, e, principalmente, ponderando o papel de cada uma delas no currículo escolar. É o que procuraremos fazer de seguida.

### *1- As interações entre a ciência e a tecnologia com a sociedade*

Para melhor se entender este tipo de relações é conveniente insistir na dimensão social da ciência, a que já fizemos referência. Nessa perspectiva, a ciência é um empreendimento humano, integrado numa sociedade e, como tal, submetida a certas condicionantes emergentes dessa mesma sociedade. Esta visão, mais consentânea com o mundo actual, opõe-se à visão tradicional de ciência "neutra", outrora encarada como a busca da "verdade absoluta", independentemente dos poderes políticos e das forças económicas. Ora, *«se a ciência é uma instituição social, semelhante a tantas outras da actividade humana, ... deveria ser introduzida na educação científica uma perspectiva integradora que estabelecesse ligação entre as ciências experimentais e as ciências sociais e humanas»* (Morais, 1994, p. 90), o que na verdade não acontece.

Esta mudança na forma de encarar a actividade científica vai-se reflectir, por sua vez, no próprio "estatuto da ciência", conforme destaca Hodson (citado por Aleixandre e Gutiérrez, 1990): enquanto que a ciência antiga buscava as "verdades" científicas que seriam o reflexo da realidade, na concepção actual da ciência as teorias e os modelos científicos não são mais do que estratégias para interpretar essa mesma realidade. Exemplifiquemos com algumas situações onde se torna bem patente que a direcção do progresso científico e do progresso tecnológico são condicionados pela influência social.

i- *Influência ideológica da investigação*: não foi por acaso que as ideias de Darwin sobre a selecção natural só foram publicadas vinte anos depois de as ter concebido; de facto, o pensamento vitoriano da época e as ideias religiosas dominantes não permitiriam aceitar tal teoria. Nos nossos dias, também, não seria bem vista socialmente uma investigação que procurasse a fusão de dois seres

distintos, por exemplo. Estes exemplos revelam a importância do estudo das condições sociais que possibilitam a produção do conhecimento, num dado momento da história (Carmen, 1975) e, por outro lado, chamam a atenção para as regras éticas que actualmente proliferam por todos os campos sociais, aos quais a actividade científica e tecnológica também não escapa.

Efectivamente, conforme afirmam Kelly, Carlsen e Cunningham (1993), os valores socioculturais influenciam não só o processo e o conteúdo da investigação, como também a aplicação do conhecimento científico.

ii- *Financiamento da investigação*: hoje em dia não é imaginável o cientista rico, financiador da sua própria pesquisa, isolado do que o rodeia. Qualquer investigação científica actual envolve muito equipamento, por vezes materiais caros, requer instalações compatíveis com o rigor da investigação e, normalmente, envolve equipas de pessoas, cujos salários têm que ser assegurados. Ora, o financiamento para projectos desta natureza parte quase sempre ou da administração central ou da indústria que necessariamente impõem objectivos e estabelecem a conduta investigativa.

iii- *Interesse do conhecimento científico e da produção tecnológica*: as duas anteriores interacções condicionam definitivamente os temas da investigação. Com as vantagens e desvantagens que daí advirão, actualmente uma equipa investigadora de certa sub-espécie de borboleta terá alguma dificuldade em obter aprovação de financiamento para o seu projecto, a não ser que a entidade financiadora o julgue de interesse imediato e colectivo. Exemplos como o apresentado recentemente na nossa televisão, de um indivíduo português que passou grande parte da sua vida para inventar um automóvel que funcionasse com peças tão diversas como as de um motor de rega, placas de madeira ou circuitos eléctricos de alguns electrodomésticos, não abundam frequentemente. Há, portanto, um interesse presente em toda a investigação, muito para além do interesse puro de conhecer por conhecer ou de inventar por inventar.

iv- *Confrontos de interesses e prioridades comerciais*: como salientam Aleixandre e Gutiérrez (1990), há nos nossos dias um factor que indirectamente influencia muitos programas de investigação: a publicidade. Todos conhecemos o peso que a publicidade tem, por exemplo, para influenciar o consumidor na compra ou na recusa de um cosmético. Por conseguinte, a investigação científica tem necessidade de se adaptar a esta nova condicionante.

Por outro lado, não podemos ignorar os próprios interesses, por vezes bem diferentes, que, por exemplo, envolvem o fabrico do referido cosmético: existirão muitos casos onde se procura a inovação e a qualidade do produto, enquanto que também não escasseiam exemplos, onde o lucro imediato é o objectivo prioritário, relegando para segundo plano a qualidade do mesmo.

*v- Potencialidades e consequências indesejáveis por parte do produto científico:* com a excepção do material e equipamento para a guerra, à partida a ética e a conduta moral do investigador não visam a obtenção de produtos que destruam o Homem e o seu ambiente. No entanto, não rareiam os exemplos das consequências indesejáveis de certos produtos (insecticidas, CFC, fosfatos, metais pesados, ...) ou da utilização indevida de certos conhecimentos.

Felizmente que nem todos os problemas ambientais são causados pela ciência ou pela tecnologia; em muitos deles, de origem social (ex: lixo urbano, aumento populacional), o conhecimento científico e os produtos tecnológicos estão prontos a enfrentá-los, por exemplo através dos aterros sanitários, descobertas de variedades de sementes mais resistentes e investigação sobre energias alternativas.

*vi- A ciência e a tecnologia como condicionantes culturais:* se nos exemplos que atrás apresentámos abundavam as situações onde a influência da sociedade se fazia sentir sobre a actividade científica e tecnológica, certo é que a acção das duas áreas sobre a sociedade assume poderosas proporções. Os exemplos são inúmeros: a introdução dos computadores que revolucionaram a estrutura do tecido industrial, com as consequências conhecidas na questão do emprego; a descoberta das novas matérias-primas que revolucionaram os materiais (no passado o cobre e o ferro, e mais recentemente, o plástico e outros derivados do petróleo); os novos métodos de fabrico que geram novos produtos ou novos padrões, bem patentes na moda e no vestuário.

## *2- As interacções ciência-tecnologia*

Apesar de terem finalidades, de certo modo, diferentes (a ciência com a criação de novo conhecimento e a interpretação dos fenómenos naturais; a tecnologia mais ligada à criação de artefactos e sistemas para satisfação das necessidades do indivíduo e da sociedade), entre a ciência e a tecnologia existem inúmeros elos de ligação. Procuremos sistematizá-las:

i) *produção de conhecimento*: tradicionalmente, concebemos a ciência como o empreendimento onde ocorre a produção de conhecimento, conhecimento este que é utilizado pela tecnologia no fabrico de artefactos. No entanto, hoje em dia, a ideia de vermos a tecnologia como mera aplicação do conhecimento científico tende a esbater-se, e isto por se ter verificado que a própria tecnologia também gera conhecimento (Reis, 1995). Assim sendo, a ideia de vermos a ciência com um estatuto e um valor cultural superior ao da tecnologia tem vindo a esbater-se. Por outro lado, assistimos a uma tendência de aproximação da ciência e da tecnologia, de tal forma que as clássicas disciplinas passam a ser designadas como "tecnociências".

ii) *o uso de instrumentos*: Gilbert (1995) recorda que são os instrumentos produzidos pela tecnologia que a ciência utiliza na ampliação do seu património. Efectivamente, qualquer que seja o laboratório ou centro de investigação, estes estão equipados com os equipamentos mais variados, desde a mais simples estufa até ao mais complexo microscópio electrónico. É que, por maior que fosse o método, o rigor, a dedicação e a persistência dos cientistas, o estudo da sequência genética do ADN de um dado cromossoma humano seria impossível sem o auxílio dos computadores e do microscópio electrónico, por exemplo.

Como vemos, são várias as interacções que justificam a trilogia CTS, assim se justificando uma das tendências actualmente mais influentes para o ensino das ciências. Efectivamente, como destacam Hofstein et al. (citados por McGrath, 1993), os alunos tendem a integrar a compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência), quer com o mundo feito pelo Homem (tecnologia), quer com o mundo social do seu dia a dia (sociedade). Ogawa (1989) chama, no entanto, a atenção para o facto de enquanto nas sociedades ocidentais tais interacções podem ser vistas com a mesma dimensão, o mesmo não se passa, porém, nas sociedades não ocidentais. Nestas, a ciência e a tecnologia podem ser «*divididas em duas partes, respectivamente: moderna ciência ocidental versus ciência tradicional, e moderna tecnologia ocidental versus tecnologia tradicional*» (p. 239).

### **2.5.3. CTS e ensino-aprendizagem das ciências**

Se bem que, inicialmente, as preocupações com a problemática das relações da ciência e da tecnologia com a sociedade tivessem partido do seio da própria

sociedade, foi, no entanto, pela sua inclusão no ensino que ela mais ficou a ser conhecida. Como afirmam Bradford, Rubba e Harkness (1995), já desde meados dos anos 60 que a educação se começa a preocupar com a dinamização das interacções CTS; mais recentemente, o CTS recebe grande apoio, quando começa a ser visto como uma iniciativa capaz de promover a literacia científica para todos os alunos (Hansen e Olson, 1996) e de favorecer a preparação para uma cidadania responsável (Bybee e Mau, 1986; Zoller, Donn, Wild e Beckett, 1991; Bradford et al., 1995). De facto, a orientação CTS não se pode dissociar das novas finalidades de uma educação científica para todos: conseguir elevados níveis de pensamento crítico, resolução de problemas, elaboração de decisões como processos para a cidadania e concretizações das aspirações pessoais e sociais (Zoller et al, 1990).

Uma das pessoas a propor deliberadamente uma orientação CTS para o ensino das ciências terá sido James Gallagher, em 1971, num artigo intitulado *A Broader Base for Science Teaching* (citado por Bybee e DeBoer, 1994). O interesse crescente por parte dos educadores pelo modelo de ensino CTS levou ao reconhecimento desta tendência por diversas organizações de ensino de diversos países, como também se impôs a necessidade da sua clarificação, como é exemplo a apresentada pela NSTA (1990):

*A principal linha do CTS é o envolvimento dos alunos em experiências e assuntos que estejam directamente relacionados com as suas vidas. CTS desenvolve competências nos estudantes que lhes permitem tornar-se cidadãos activos e responsáveis sendo capazes de responder a questões que tenham um impacto nas suas vidas. A experiência da educação científica através de estratégias CTS irá criar cidadãos cientificamente informados no século XXI. (p. 250)*

Apesar desses pressupostos mais ou menos consensuais, não podemos, contudo, afirmar que o CTS seja já uma coerente e bem estruturada metodologia de ensino das ciências, como se comprova pela diversidade de cursos e projectos que surgiram nas últimas duas décadas. Na verdade, como afirmam Pedretti e Hodson (1995), o CTS «*é um movimento com uma série de diferentes tendências, cada uma com a sua história, e é um movimento em que existem algumas significativas tensões*» (p. 463).

Estes diferentes pontos de vista sobre o que deve ser o CTS em termos curriculares podem ser resumidos em duas grandes linhas: a *inclusão de tópicos CTS no currículo tradicional* ou uma *apropriação de todo o currículo* (Yager e Tamir, 1993). Se encarado na última perspectiva (talvez a mais defendida, mas

também a de mais difícil implantação), o ensino CTS inclui, globalmente, finalidades, programas, estratégias de ensino, avaliação e preparação de professores (Yager, 1989; Yager e Tamir, 1993). Nesta perspectiva, o CTS não deveria ser visto como a mera adição de certos tópicos e lições ao currículo tradicional ou ao manual escolar, ou como uma listagem de conteúdos ou a utilização de estratégias únicas, mas antes como uma forma de encarar o ensino das ciências, com preocupações bem vincadas nos aspectos que Yager (1989) e Yager, Tamir e Huang (1992) tentaram sistematizar e dos quais salientaremos alguns: preparação dos alunos como futuros cidadãos; utilização dos problemas correntes (locais, regionais, nacionais e internacionais) que envolvem a ciência e a tecnologia como pontos de partida para o ensino; utilização dos recursos humanos e materiais locais para a resolução dos problemas sociais; pesquisa de informação científica e tecnológica para a resolução de tais problemas; valorização das carreiras relacionadas com a ciência e com a tecnologia.

Yager e Tamir (1993) adiantam que são três as principais diferenças entre os programas CTS e os currículos dos anos sessenta: com o ensino CTS é dado relevo à aplicação do conhecimento científico, à sua relevância para a vida individual e para a sociedade e, ainda, ao papel do professor no desenvolvimento curricular. Daí o facto de, gradualmente, vermos introduzida a tecnologia e outros temas de interesse individual e social nos currículos dos anos oitenta, o que não se verificava nos currículos dos anos sessenta e setenta (Bybee e Landes, 1988).

Poderemos então afirmar, talvez um pouco abusivamente, que, enquanto que a literacia científica e tecnológica correspondem aos grandes horizontes, às grandes metas para um ensino obrigatório, extensível, portanto, a todos os jovens cidadãos, a educação em ciências (e também a educação tecnológica), segundo a perspectiva CTS, corresponde a um modelo pedagógico, a um tipo de estratégia para o conseguir, não sendo obviamente a única nem sequer com a pretensão de ser a melhor. O CTS não é, por isso, nem uma disciplina, nem um campo ou uma área de estudos (Cozzens, 1990), mas antes um movimento transdisciplinar que tem invadido as escolas (Winner, 1990) e a educação em ciências, visando, afinal, os caminhos para a literacia.

Não é pois de estranhar que o ensino das ciências na perspectiva CTS seja talvez aquela orientação que mais apoiantes ganhou no seio da comunidade educativa nas últimas duas décadas. Assim, Lewis (1985) defende que pelo menos 10% dos actuais cursos de ciências deveriam referir-se a amplos problemas sociais.

Por sua vez, Bradford, Rubba e Harkness (1995) concluem da sua investigação que os alunos que frequentaram um curso CTS apresentam posições mais realísticas sobre o mundo do que aqueles que o não frequentaram. Em Portugal, Cid (1995) recolheu evidência de que uma abordagem CTS pode tornar mais eficaz a aprendizagem dos conceitos relativamente as abordagens de pendor mais tradicional.

Esta aceitação pode ainda ser comprovada por várias outras indicadores: mais de duas mil escolas oferecem hoje cursos CTS nos EUA (Bradford et al., 1995); podemos encontrar programas CTS de pequenas a grandes escolas, representando populações rurais e urbanas, de escolas elementares a escolas secundárias (Penick, 1984), o que demonstra que o tamanho da escola ou da comunidade não deve ser visto como limitativo da implantação desta tendência de ensino; muitas têm sido as publicações quer de livros temáticos (Ziman, 1980; Solomon, 1993), quer de artigos nas revistas especializadas, quer de números monográficos de revistas científicas (International Journal of Science Education, 1988; Theory into Practice, 1991, 1992; Alambique, 1995) (citadas por Iglesia, 1997a), quer ainda de livros do ano de instituições como a NSTA (1985; 1993) e a AETS (1992) (idem), quer ainda pelo grande número de projectos curriculares que têm sido publicados (SATIS, Science across Europe, PLON); e ainda as recomendações da UNESCO que ao mudar a ênfase das suas propostas de um currículo de ciência integrada para um enfoque CTS (Yager, citado por Iglesia, 1995) ou ainda de associações estrangeiras de professores (ASE - 1979 e 1981; NSTA - 1982). Iglesia (1995; 1997a) salienta mesmo que a NSTA chegou ao ponto de quantificar, percentualmente, o tratamento que se deveria dar aos temas CTS, para todos os níveis de ensino: 5% para o nível correspondente ao nosso 1º ciclo; 15% para os cursos correspondentes ao nossos 2º e 3º ciclo e 20% para os níveis mais elevados.

E foi assim que a perspectiva CTS vingou nas reformas educativas iniciadas há uma década por toda a Europa, quer como orientação curricular (no caso concreto das disciplinas científicas em Portugal), quer, ainda, nalguns casos, como disciplina de opção (como na Espanha, a partir de 1993).

Seguidamente, iremos proceder a uma caracterização da educação CTS nos múltiplos aspectos que a bibliografia tem explorado há quase duas décadas.

### 2.5.3.1. Objectivos e potencialidades do ensino CTS

Uma das principais preocupações da educação em ciências dos últimos anos tem sido tornar os assuntos científicos mais relevantes para as necessidades e interesses dos alunos. De acordo com Hall (1985), existem oito maneiras diferentes de o conseguir: ênfase nas aplicações tecnológicas da ciência; ensino das implicações sociais da ciência; preparação para o trabalho; saliência das interacções CTS; promoção da educação ambiental; aplicação do conteúdo; uso dos modelos teóricos para explorar o conteúdo; mudanças para aproximar o ensino dos alunos. As quatro primeiras aproximações podemos encontrá-las no movimento CTS.

De igual modo, das sete ênfases curriculares encontradas por Roberts (citado por Millar, 1993), o movimento CTS consegue dar realce a três delas, particularmente o estudo do ambiente, a aplicação da ciência e da tecnologia aos problemas sociais e a busca de uma sólida formação para estudos posteriores (Fensham, Gunstone e White, 1994). Correndo, muito embora, o perigo de nos tornarmos demasiado exaustivos, enunciaremos as principais *potencialidades do CTS* que têm sido apontadas na imensa bibliografia sobre o assunto:

- ajuda o aluno a adaptar-se à vida num mundo em constante mudança (Pedretti e Hodson, 1995), contribuindo para a qualidade de vida, na medida em que permite ao aluno exercitar «*a curiosidade, a criatividade, a competência e a compaixão- os quatro C*» (Hall, 1985, p. 199);

- ajuda o aluno a compreender a natureza da ciência e da tecnologia e suas interacções com a sociedade, o que não se consegue com o ensino tradicional das ciências (Rubba e Harkness, 1993; Reis, 1995);

- favorece a atitude dos alunos para com a ciência, para com a aprendizagem das ciências, para com os professores de ciências e para com a actividade científica (Yager, 1989; Yager et al., 1992), uma vez que vai ao encontro dos interesses dos alunos (Caamaño, 1995);

- torna a aprendizagem mais atractiva e mais permanente (Hurd, 1987), mais motivadora e mais relevante (Hall, 1985);

- possibilita a crítica tecnológica e as diversas facetas dos processos de decisão (Bingle e Gaskell, 1994), através da formação de juízos pessoais informados (Zoller, Donn, Wild e Beckett, 1991);

- melhora os níveis de compreensão e de actuação dos alunos, auxiliando-os nos seus futuros papéis de profissionais, consumidores e cidadãos (Bybee e Mau, 1986; Solbes, Nebot e Ribelles, 1993) e até o da humanidade;

- permite a valorização e a perspectivização do futuro, particularmente através dos estudos da história da ciência e da tecnologia;
- aproxima o conhecimento científico aos valores (Simpson, Koballa e Oliver, 1994), como aspectos essenciais para o processo de tomada de decisões (Penick e Pellens, 1984);
- permite desenvolver objectivos intelectuais (raciocínio lógico, indução) e novas capacidades intelectuais (Hurd, 1987), para além de desenvolver o pensamento crítico e capacidades cognitivas de elevada ordem (Zoller et al., 1991);
- supera as visões deformantes do trabalho científico: distinção cerrada entre a ciência e a tecnologia; cientificismo simplista em que a ciência e a alta tecnologia aparecem como a solução para todos os problemas (Gil et al., 1991);
- promove uma ligação mais forte entre a escola e a vida extra-escola (Hurd, 1987; Yager e Lutz, 1995);
- diminui as diferenças encontradas muitas vezes entre os dois sexos e minorias no que se refere às aplicações da ciência (Blunk e Ajam, 1991; Mackinnu, citado por Godinho, 1996; Yager et al., 1992; Yager e Tamir, 1993);
- ajuda a ultrapassar muitas das concepções alternativas, pois a psicologia cognitiva tem adiantado a dificuldade da aprendizagem do conceitos sem que ocorra verdadeiramente uma "interiorização" desse conhecimento, o que acontece mais eficazmente a partir das experiências idiossincráticas dos alunos (Zoller et al., 1991; Yager e Lutz, 1995).

Apesar desta vasta listagem de virtudes, há autores como Kromhont e Good (citados por Cid, 1995) que, embora verifiquem a utilidade dos temas CTS como motivação para o estudo da ciência disciplinar, não aceitam que todo o estudo curricular seja feito nesta perspectiva, justificando a sua opinião no facto de assim se sobrevalorizarem os aspectos sociológicos e políticos, não dando o devido destaque aos outros aspectos essenciais à aprendizagem da ciência conceptual (estrutura da ciência e raciocínio em ciência, nomeadamente).

### 2.5.3.2. Conteúdos CTS

Quando atrás nos referimos, em geral, aos conteúdos que deveriam fazer parte de um currículo actual de ciências, ficou bem vincado que deveríamos distinguir dois modelos curriculares diferentes, de acordo com as finalidades de cada um: por um lado, um currículo direccionado para uma educação obrigatória e

generalizada, onde todos os alunos frequentarão disciplinas ou componentes curriculares com ciência; por outro lado, um currículo mais especializado, mais aprofundado, com uma orientação marcadamente académica, vocacional ou profissional. Nesta última situação, assumirão, naturalmente, maior ênfase os saberes disciplinares, o que não significa haver incompatibilidade com as exigências do ensino CTS: o que acontece é que o ensino das ciências com carácter obrigatório torna prioritário o desenvolvimento de conteúdos relevantes para a compreensão da realidade que envolve o aluno, o que significa uma maior e mais fácil aplicação das interacções CTS, do que no caso do ensino especializado.

Desta forma, os conteúdos CTS partem do concreto, ao tratarem de aspectos relacionados com o aluno como indivíduo e das suas relações na família, na escola ou na comunidade local (Goncet, Stiefel, Jimenez e Gisbert, 1990). Não são, portanto, conteúdos especiais: são conteúdos que tanto abordam os conceitos, como as atitudes, como os procedimentos, ora centrados na *natureza da ciência*, ora centrados na *aplicação da ciência*, ora explorando as *questões sociais* (Caamaño, 1995; Fensham, 1987). Neste último caso, os tipos de problemas sociais do CTS são aqueles problemas que envolvem a ciência e a tecnologia (NSTA, 1990) e que tanto podem ser externos à própria comunidade científica (como o efeito de estufa, a acção dos pesticidas), como podem corresponder a questões internas, onde a própria ciência é objecto de estudo das ciências sociais (implicações filosóficas, sociológicas, históricas, políticas, económicas ou culturais da ciência) (Iglesia, 1997b).

Assim sendo, e como referem Santos e Valente (1995a), enquanto que a exploração da natureza da ciência e os estudos sociais da ciência para a abordagem do conhecimento científico constituem uma perspectiva mais orientada para o cientista do que para o aluno, ao tratamento de problemas sociais contextualmente enquadrados corresponde a uma abordagem virada mais para o aluno do que para o cientista.

Relativamente às referidas questões sociais, Rosenthal (citada por Cid, 1995), embora adopte posição idêntica acrescenta, no entanto, que os temas que tratam dos aspectos sociais da ciência são os que melhor serviço prestam à educação CTS, uma vez que os temas de incidência social vão mudando e daí que a educação também ela tenha de estar sempre a mudar, sob risco de ficar desactualizada. Assim sendo, a referida autora acredita que «*as pessoas com um conhecimento geral das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade deverão ficar melhor*

*preparadas para lidar com os temas sociais do futuro, do que as que foram educadas apenas em temas específicos»* (citada por Cid, 1995, p. 62). Talvez uma solução para este problema seja um modelo misto dos dois tipos de abordagem, usando-se os temas com incidência social como veículo para ensinar os aspectos sociais da ciência.

Hodson (1992) alerta, por sua vez, para o facto de, durante a exploração dos temas CTS, se poder actuar segundo dois níveis de sofisticação: ou fazer com que os alunos reconheçam que a ciência e a tecnologia não vão trazer unicamente benefícios, podendo também gerar, problemas de diversa ordem; ou fazer ver que as decisões científicas e tecnológicas são ditadas por interesses e por valores particulares e, como tal, os benefícios e os problemas são os esperados de acordo com os centros de decisão (Cid, 1995). A primeira perspectiva é talvez a que mais tem sido explorada na educação CTS; a segunda não deve, porém, ser ignorada.

E voltando à questão dos conteúdos CTS, Caamaño (1995) frisa bem que durante a planificação é essencial distinguir os *conteúdos disciplinares* que englobam os conhecimentos e os processos dirigidos para a lógica disciplinar e académica dos *conteúdos CTS*, orientados para os interesses e motivações dos alunos e para a necessidade de formação de cidadãos participantes.

De acordo com Aleixandre e Gutiérrez (1990), e porque a ciência chega hoje aos cidadãos essencialmente sob a forma de aplicações tecnológicas (que modelam e determinam a sua visão do mundo), os conteúdos CTS deverão ser tais que tendam a desenvolver a compreensão das tecnologias básicas no domínio da saúde, electricidade, óptica, agricultura, mecânica, etc., acabando com a ideia de que os conhecimentos científicos e tecnológicos são domínios para especialistas ou para os iniciados em certas profissões; promovam o desenvolvimento de atitudes críticas face às aplicações tecnológicas; favoreçam uma reflexão sobre os critérios de tomada de decisão, compreendendo o papel dos técnicos nesta situação; considerem os objectos tecnológicos como resultado do conhecimento científico, anulando a ideia errónea de que a ciência só existe e se manifesta nos laboratórios.

De igual modo, Hickman, Patrick e Bybee (citados por Iglesia, 1997a) sugerem que os conteúdos seleccionados para uma abordagem CTS deveriam obedecer a cinco critérios: serem aplicáveis à vida dos alunos; serem adequados ao nível de desenvolvimento cognitivo e à maturidade dos alunos; serem relevantes

para a actualidade e para o futuro; serem aplicáveis em contextos diferentes do escolar; despertarem interesse e entusiasmo.

Finalmente, apresentamos listagens de *temas CTS* propostos de acordo com investigações desenvolvidas neste campo. Assim, num estudo internacional com 262 professores de ciências desencadeado nos EUA com um grupo de especialistas em educação científica (Bybee e Mau, 1986), salientaram-se os problemas globais relacionados com a ciência e a tecnologia que deveriam integrar o currículo escolar desde o ensino primário até à universidade: o Homem no mundo e os recursos alimentares; o crescimento populacional; a qualidade do ar e da atmosfera; os recursos da água; a tecnologia e a guerra; a saúde e a doença humana; o esgotamento de recursos energéticos; o uso do solo; substâncias perigosas; reacções nucleares; a extinção de espécies animais e vegetais; os recursos minerais; higiene e limpeza; transportes e segurança; meios de comunicação.

Alguns destes temas também faziam parte dos temas sugeridos por um dos cinco grupos de trabalho do já referido "Projecto Síntese", nos EUA (Lisowski, 1997), que, entre 1977 e 1980, se encarregou de propor temas de interface com as várias disciplinas tradicionais (temas CTS). Estes temas incluem aqueles que foram adiantados aquando da realização da conferência internacional sobre "Educação em ciências e tecnologia e as necessidades futuras do Homem" (Índia, Bangalore, 1995), promovida conjuntamente pelo Conselho Internacional das Associações para a Educação em Ciências e pelo Conselho Internacional das Federações Científicas (Sequeira, 1988).

#### 2.5.3.3. A integração CTS no currículo de ciências: diferentes abordagens

Independentemente da forma prática de integração dos temas CTS nos currículos, existem formas diferentes, não exclusivas, pelas quais se pode efectuar a abordagem CTS. Ziman (1980), Solomon (1988a e 1988b) e Iglesia (1997a) referem algumas:

1- *abordagem cultural*: na perspectiva da promoção da literacia científica e tecnológica para todos os cidadãos;

2- *educação política para a acção*: segundo esta perspectiva, a educação científica teria como objectivo prioritário a formação dos cidadãos para uma intervenção política;



3- *abordagem interdisciplinar e problemática*: contrariamente à tradicional abordagem disciplinar, esta orientação procura a exploração dos problemas locais da comunidade onde o aluno se insere, buscando soluções em diferentes campos de estudos (geografia, história, sociologia, etc.), o que torna mais atractivo o estudo da ciência por parte dos alunos;

4- *abordagem vocacional ou tecnocrática*: neste sentido, a ciência e a tecnologia projectam-se na indústria. Deste modo, o estudo da indústria torna-se essencial, não só pela sua importância social, mas porque grande parte dos alunos estarão no futuro a ela ligados, através da ocupação de um posto de trabalho;

5- *abordagem histórica*: a análise histórica dos problemas do passado é importante para que os alunos se apercebam dos problemas, do modo de análise, das soluções encontradas e das consequências das suas decisões.

Destas diferentes abordagens resultam duas principais vias CTS: ou o foco nos problemas sociais ou o foco nos estudos sociais da ciência (Bingle e Gaskell, 1994), com diferentes consequências, como se compreende: a apropriação dos problemas, por um lado, ou a discussão da construção social do conhecimento científico, por outro. Tais abordagens acabam por reflectir a história do movimento CTS, com as suas diversas tendências e com algumas importantes tensões (Pedretti, 1996a). Assim se justificam as duas principais possibilidades de encarar a *integração dos temas CTS na estrutura curricular das ciências*: existem autores que defendem que, dadas as características especificamente integradora, holística e interdisciplinar dos temas CTS, estes deveriam ser tratados em cursos ou disciplinas autónomas, separados das tradicionais disciplinas do currículo escolar; outros, porém, e talvez mais realisticamente, acreditam que a melhor forma de assegurar o ensino dos temas CTS passa pela introdução das ideias e temas CTS no currículo de ciências já existente (como recomendou o 4º Congresso Internacional da IOSTE, sobre as Novas Tendências Mundiais no ensino das Ciências e da Tecnologia) (Oliveira, 1991). Naturalmente que para qualquer dos processos há vantagens e desvantagens, e concerteza que a melhor escolha terá muito a ver com a realidade de cada sistema educativo.

### 1- *A integração dos temas CTS nas disciplinas de ciências do currículo*

Mesmo no interior das disciplinas científicas tradicionais do currículo existem algumas possibilidades para o tratamento de temas CTS. De acordo com Solbes e Vilches (1993), existem três possíveis enquadramentos CTS:

- *introdução ao CTS*: em disciplinas tradicionalmente vocacionadas para a promoção dos conceitos, as actividades CTS surgem de forma marginal, como actividades complementares ou de enriquecimento, eventualmente como um capítulo do programa. Ainda segundo Solbes e Vilches (1993), este tipo de enquadramento tem pouco êxito na mudança da imagem da ciência e na melhoria das atitudes dos alunos para com a aprendizagem da ciência;

- *centrado em problemas reais da vida quotidiana*: nesta situação, o ensino debruçar-se-ia sobre o tratamento de temas próximos do aluno (poluição, avarias, construção de aparelhos, etc.). Sendo inegável a validade de uma abordagem deste tipo, ela pode, contudo, levantar algumas dificuldades relacionadas com a selecção dos problemas e dos centros de interesse capazes de contemplar todos os conteúdos do currículo, dificultando, desse modo, a construção de corpos coerentes de conhecimento;

- *integração das actividades CTS numa proporção de 10 a 15% de todas as actividades*: trata-se de um modelo que assegura o eixo condutor do tema, num ensino que se pretende investigativo, e onde as actividades CTS surgem a par (com idêntico estatuto) de outras actividades mais tradicionais (trabalhos laboratoriais, exploração de textos mais teóricos, etc.) e não como meras actividades complementares. Num estudo realizado por Solbes e Vilches (1993), com aplicação desta metodologia, foi possível encontrar grandes mudanças nas atitudes dos alunos e uma imagem mais completa e contextualizada da ciência.

Por nossa parte, continuamos a pensar que a melhor escolha depende muito do nível de escolaridade, concretamente se se trata de uma disciplina integrada no currículo obrigatório ou se se refere a uma disciplina do ensino secundário, com cariz mais académico, já orientada para uma futura escolha vocacional. Também achamos que a aplicação complementar dos temas CTS, em forma de actividades de enriquecimento, poucas vantagens trará para o ensino, pois a nossa prática diz que muito raramente essas actividades acabam por ser exploradas.

Entendemos, no entanto, que no 2º e 3º ciclo do ensino obrigatório existem condições para a transformação dos tópicos programáticos em situações CTS, partindo da exploração desses temas reais, úteis e com interesse para os alunos, para, a partir daí, se poder abordar os conceitos, os processos, o desenvolvimento de atitudes, etc.

Quanto ao terceiro tipo de enquadramento, pensamos que ele é especialmente válido para as disciplinas do ensino secundário, com um maior grau de exigência conceptual, muito dirigido para a prestação de provas e de exames, disciplinas essas que são frequentadas (pelo menos teoricamente) por alunos que ou desejam o prosseguimento de estudos, ou uma formação mais vocacional.

## 2- A integração dos temas CTS em projectos ou cursos CTS

Numa brilhante síntese caracterizadora dos projectos de ciências, Caamaño (1994) refere que, de entre os vários projectos de ciências (projectos de orientação conceptual e fundamentação construtivista, projectos baseados nos processos, projectos de ciência integrada e de ciência combinada, projectos de ciência coordenada e projectos CTS), são os projectos CTS aqueles que se têm feito impor com mais força nas últimas duas décadas, com o objectivo de tornar mais relevante e funcional o ensino das ciências. Por projecto de ciências, o autor entende aquela organização curricular que dispõe de uma fundamentação psicopedagógica e didáctica, que possui uma determinada orientação e estrutura, que engloba a programação de uma etapa de escolaridade ou um ciclo completo, que dispõe de materiais de actividades, incluindo os de avaliação, que na sua elaboração teve a participação de um vasto número de especialistas e de professores e que sofreu uma fase de experimentação prévia antes da publicação dos materiais definitivos.

Ainda segundo o referido autor e também Obach (1995), de acordo com a sua estrutura e orientação, é possível encontrar três tipos de projectos CTS:

i) *projectos de introdução de temas CTS nos cursos de ciências* - trata-se de projectos em que se introduzem temas CTS nas disciplinas de ciências estruturadas com base nos conceitos. Como vemos, o seu espírito em nada se afasta daquele enquadramento que Solbes e Vilches (1993) designaram "introdução à relação CTS", diferindo, no entanto, na organização e na sua concepção: uma coisa é o professor, na sua planificação, contemplar a análise ou o tratamento de uma situação local que se conjugue com a matéria da sua disciplina ou com outras disciplinas; outra substancialmente diferente, é a de injectar módulos ou unidades didácticas organizadas que já foram aplicadas e avaliadas por *experts* em vários outros locais, e que certamente exploram situações problemáticas suficientemente globais e de qualquer ponto do mundo.

Como exemplos deste tipo de projectos temos o SATIS (*Science and Technology in Society*), projecto promovido pela Associação de Professores de Ciências ingleses (ASE), e que consiste num conjunto de 120 unidades didácticas para serem escolhidas e introduzidas em cursos tradicionais de ciências frequentadas por alunos entre 14 a 16 anos. Este projecto tem ainda uma versão para estudantes mais jovens, dos 8 aos 14 anos (*Early SATIS*); e um *SATIS 16-19*, para alunos do secundário e ainda um atlas *SATIS 14-19* (McGrath, 1993).

Outro exemplo bem conhecido é o *Science across Europe*, um projecto composto por sete unidades interdisciplinares (ex: chuva ácida sobre a Europa, energias alternativas na Europa, água potável, etc.), traduzido em dez línguas europeias diferentes (entre as quais se encontra a portuguesa) e desenvolvido desde 1990. Entre outros, este projecto pretende introduzir uma dimensão europeia no ensino das ciências, mostrando aspectos culturais diferentes, tendo como finalidade última o realçar a dinâmica das relações das ciências, da tecnologia e da sociedade, para além da ênfase no uso da línguas estrangeiras e nas novas formas de comunicação (McGrath, 1993). Em Portugal, o projecto iniciou a sua dinamização a partir do Centro de Professores Lindley Cintra (Esc. Sec. Parede), estando também acessível pela Internet.

ii) *Projecto de ciências através de um enfoque CTS* - são projectos estruturados em torno de conteúdos CTS. A sua concepção corresponde à abordagem que se pode fazer nalguns temas ou unidades programáticas das disciplinas: a transformação dos temas em situações onde se explorem questões do quotidiano. Caamaño (1994) destaca como exemplos o projecto *SALTERS' (Science. The Salter's Approach)*, um projecto inglês que aborda a ciência a partir das experiências familiares do dia-a-dia, constituído por quatro livros, quatro guias didácticos e um grande número de actividades (ex: materiais de construção, electricidade em casa, olhando o interior do nosso corpo, a Terra no espaço, etc.); o projecto holandês *PLON* (projecto para o desenvolvimento curricular da física, 1986) composto por quarenta unidades didácticas escritas em alemão (quatro delas traduzidas para inglês: pontes, água para a Tanzânia, fontes de luz e radiações ionizantes); e o projecto também holandês *NMVEO* (Educação ambiental nas escolas secundárias, 1986), um projecto semelhante ao *PLON*, mas desta vez explorando temas multidisciplinares, em que cada unidade intervêm pelo menos duas unidades (ex: energia, consumo de energia, etc.).

iii) *Projectos CTS puros* - com este tipo de projectos pretende-se, nomeadamente, explorar as relações CTS, abdicando dos outros aspectos que devem constituir uma educação completa em ciências. Nesta situação encontram-se o projecto inglês *Science in Society* (da ASE), dirigido a alunos com idades entre 16 e 17 anos, e que é formado por onze unidades (ex: população, recursos minerais, olhando o futuro, etc.); e o SISCON (*Science in a Social Context*), concebido para alunos de 17-18 anos, pretendendo ajudá-los a compreender as interacções entre a ciência, a política, a indústria, as aplicações comerciais das descobertas científicas, o fabrico de alimentos, etc.

No que se refere à utilização destes módulos no ensino português, entendemos que o seu uso está condicionado por alguns factores: textos apresentados em diferentes línguas (a sua tradução e generalização sempre envolvem direitos de autor); algumas das unidades foram certamente preparadas para atender à realidade social e educativa do país de origem; e a falta de experiências e de resultados à cerca da sua aplicação em Portugal. No entanto, achamos particularmente atraentes alguns módulos da tradução portuguesa do "Science across Europe", que podem ser aplicados sem qualquer limitação no decorrer de certas unidades da disciplina de Ciências Naturais do 7º e do 8º ano de escolaridade.

#### 2.5.3.4. Materiais curriculares CTS

A falta de materiais curriculares para dinamizar a perspectiva CTS tem sido apontada como um dos principais obstáculos à sua integração no ensino das ciências (Iglesia, 1997a). Efectivamente, para além dos módulos ou dos cursos CTS já organizados, que muitas vezes apresentam dificuldades de partida para a sua implantação noutras realidades educativas, os professores têm manifestado grande dificuldade na elaboração dos seus próprios materiais, seja por falta de tempo, de motivação ou de recursos. É que, para a elaboração destes materiais, dadas as características específicas das actividades que se deseja promover, são requeridas algumas atenções especiais. Waks (citado por Iglesia, 1997a), referindo-se ao Projecto *Science through Science, Technology and Society*, destaca sete critérios a ter em conta: potenciar a responsabilidade do aluno enquanto cidadão participante, como membro da sociedade; incluir actividades que demonstrem as interacções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; salientar diferentes opiniões, para que o

aluno ao conhecê-las, possa escolher a via mais equilibrada; envolver os alunos na tomada de decisões e na resolução de problemas; envolver o aluno em acções sociais, fazendo ver os diferentes valores que podem estar presentes e as diferentes possibilidades de actuação; promover uma integração mais ampla das questões CTS, que inclua as questões éticas e dos valores; procurar que o aluno tenha segurança na ciência, na forma de usá-la e entendê-la, dentro de um quadro CTS.

Poder-se-ia pensar que os manuais escolares seriam os materiais que, pelo seu uso mais ou menos generalizado entre os professores, poderiam constituir uma via de acesso ao ensino CTS. Tal realidade ainda está, porém, longe de acontecer. Numa pesquisa efectuada por Chiang-Soong e Yager (consulta em ERIC, 19/2/97) em onze manuais escolares dos EUA, a propósito do espaço dedicado a tópicos CTS sugeridos pelo já citado Projecto Síntese, chegou-se à conclusão de que menos de 7% do espaço escrito está voltado para estas questões CTS e que a inclusão dos mesmos decresce à medida que aumenta o nível de escolaridade. Assim, parece existir uma grande discrepância entre os objectivos para a educação em ciências, onde se destaca a ênfase CTS, e a atenção que é proporcionada pelos manuais escolares.

Em Portugal, um estudo de análise dos conteúdos CTS nos manuais de ciências para o 2º ciclo do ensino básico (Santos e Valente, 1995a e 1995b), veio demonstrar que os manuais continuam a atender às preocupações tradicionais da aprendizagem, voltadas para o conhecimento científico na lógica disciplinar, não atendendo aos outros conhecimentos interdisciplinares (como os da Área-Escola), privilegiando assim a preparação dos alunos para futuras carreiras científicas (menosprezando o papel formativo no âmbito de uma literacia científica para todos); subestimam a criação de situações de aprendizagem baseadas em situações reais, não tendo em conta a dificuldade de transferência do conhecimento científico para contextos de acção prática; não desenvolvem situações ou discussões de projectos humanos que impliquem do aluno a discussão e a tomada de decisões, não contribuindo, deste modo, para a formação do aluno voltada para uma cidadania.

Em Espanha, um recente estudo com manuais e livros de texto correspondentes ao nosso 3º ciclo do ensino básico (Solbes e Vilches, 1997), veio confirmar que, embora os referidos materiais passassem a incluir alguns conteúdos de natureza CTS, na maioria dos casos, o desenvolvimento dos textos parece, todavia, não integrar tais conteúdos. Por outro lado, tal como acontece actualmente em alguns novos manuais portugueses, por vezes surge no final do capítulo um

apêndice com títulos diversos (Ciência, Tecnologia e Sociedade; Mundo e Ciência, etc.), que incluem textos e actividades pretensamente CTS, embora verdadeiramente se trate de textos de actualização científica.

#### 2.5.3.5. Modelos de desenvolvimento curricular CTS

Uma aproximação da aprendizagem aos problemas do mundo real, como preconiza a educação CTS, embora não exija uma nova metodologia de ensino, tem no entanto algumas preocupações suplementares com as sequências didácticas que são diferentes de outras metodologias da educação das ciências, como os métodos de ensino por mudança conceptual e o ensino das ciências numa perspectiva de trabalho científico.

Esta nova exigência metodológica para o CTS foi, no entanto, questionada por Sequeira (1995), ao confrontar as referidas abordagens do ensino das ciências. Se é certo que, quer a metodologia CTS, quer a metodologia baseada no trabalho científico, quer, ainda, a metodologia de mudança conceptual têm finalidades diferentes, apresentam, no entanto, uma preocupação em comum: a de facultar ao aluno um papel mais activo no processo de ensino-aprendizagem conjugada com o propósito de evitar que o conhecimento científico seja apresentado como uma lista de conceitos, de teorias ou de modelos já elaborados que o aluno necessita de memorizar.

Portanto, apesar dos aspectos que diferenciam os citados modelos pedagógicos, não será difícil adivinhar as vantagens que adviriam da junção dos aspectos positivos de cada uma das metodologias para o enriquecimento do ensino das ciências. E a questão que o citado autor refere é a seguinte: será possível conciliar abordagens didácticas que, embrionariamente, surgiram tão diferentes, com vantagens evidentes para o ensino das ciências? Ou será que é necessário encontrar novos métodos de ensino? Ou será, acrescentamos nós, que, dadas as diferenças tão evidentes dos objectivos de cada uma das metodologias, se torna preferível ensinar separadamente, com estratégias específicas, os conceitos, os processos da ciência e a resolução dos problemas reais? Trata-se, no fundo, de problemas e de desafios que, num futuro não muito longínquo, talvez possamos ver resolvidos.

No ensino e no tratamento de situações do mundo real, há preocupações que se distinguem de outros métodos de ensino e para as quais o ensino das ciências deverá atender. A este propósito Liorens (1980) refere um exemplo que, embora se aplique preferencialmente às classes mais jovens, tem toda a pertinência para outros níveis de escolaridade. A situação refere-se ao "estudo da flor". Numa *abordagem tradicional* de tipo expositivo-receptivo, o professor expõe o tema, as características da flor, e de seguida, volta-se para o livro de texto, onde encontrará fotografias, esquemas e o texto explicativo para os alunos.

Segundo a abordagem da *escola activa*, o professor procura introduzir na aula a realidade ou, pelo menos, parcelas dessa realidade. Assim, o professor ou os alunos trazem a flor para a sala de aula, os alunos fazem a exploração desse órgão e, de seguida, observam outras flores para detecção de semelhanças e de diferenças. Desta forma, o aluno transforma-se num elemento activo, observador e, nalguns casos, manipulador de certos temas.

A *tendência mais actual* passa por colocar o aluno em contacto com o meio, transportando-o para fora da sala de aula, por forma a poder observar as características de diferentes flores, a sua localização, o seu desenvolvimento, a sua distribuição, o impacto do Homem nesse local. Por conseguinte, o aluno, para além de ser um elemento observador e activo, tem também uma acção construtivista, não só do seu conhecimento mas também do seu papel de cidadão.

Um exemplo de *planificação CTS* pode ser, nesse sentido, aquela que foi apresentada por Mato, Mestres e Repetto (1993):

1- escolha de um tema integrador e potencialmente motivador (ex: estudo da alimentação, por exemplo, através de uma visita a um supermercado), que permita analisar ideias, técnicas e valores diversos, estabelecer relações interdisciplinares e extrapolar conhecimentos para a vida quotidiana;

2- estabelecimento de pequenos grupos de trabalho, deixando aberto o critério de agrupamento;

3- dinamização de actividades, quer de investigação, quer de trabalho com aspectos mais mecânicos: cálculo, utilização de instrumentos, elaboração de painéis, esquemas. Com este tipo de actividades, preferencialmente em equipa, Mato et al. (1993) acrescentam que o aluno se torna, realmente, no protagonista do processo ensino-aprendizagem;

4- paralelamente, torna-se importante delimitar o papel do professor como guia e orientador, ao elaborar as directrizes, ao coordenar, intervir, promover o debate e gerar conclusões.

Também Aikenhead (citado por Santos e Valente, 1995a) sugere uma *sequência CTS*, partindo dos problemas sociais para a abordagem dos conteúdos científicos:

1- a instrução CTS deve começar na sociedade real, através de uma questão ou problema social de interesse para a vida dos alunos (Yager e Tamir, 1993) que vá exigir da parte do aluno a utilização do conhecimento científico, de técnicas e de processos. Desta forma, o conteúdo CTS não poderá ficar reduzido a uma dimensão disciplinar;

2- utilização de alguma tecnologia familiar ao aluno, estimulada pela questão central;

3- o mesmo problema deve garantir a aquisição de algum conteúdo científico, ou seja, da forma como os cientistas abordam a questão. Aikenhead defende que entre 60 a 80% da instrução deve ser reservada aos conceitos e competências da ciência;

4- averiguação de situações referentes à forma como a tecnologia afecta a ciência e a sociedade;

5- por último, torna-se importante promover a utilização do aprendido, através de um processo de tomada de decisões informadas que satisfaçam necessidades pessoais e sociais. Como afirmam Santos e Valente (1995a), «*da tecnociência regressa-se pois às pessoas- à sociedade*» (p. 25).

Outro modelo CTS de ensino-aprendizagem, talvez o mais citado, é o modelo da *espiral de responsabilidade de Waks* (citado por Iglesia, 1995), que consiste num percurso com cinco etapas sucessivas:

1- autocompreensão- fase em que o aluno destaca as suas necessidades, valores e responsabilidades;

2- estudo e reflexão: o aluno toma contacto com a ciência, com a tecnologia e com os seus impactos sociais;

3- tomada de decisões: o aluno aprende a tomá-las para mais tarde ter de as praticar em situações reais da vida;

4- acção responsável: o aluno planeia e desencadeia a acção, individual ou colectivamente;

5- integração: o aluno avança para outros temas, ampliando a aprendizagem CTS que acabou de efectuar, para temas que englobam o tratamento de valores pessoais e sociais.

Por último, um outro exemplo bastante mais preocupado com a aprendizagem dos conceitos é o modelo de instrução proposto por Pozo (citado por Gutiérrez et al., 1991), e que serviu de base para a sequência didáctica adoptada pelo projecto espanhol ACES ("Aprendendo Ciências na Escola Secundária"):

1- "actividades de introdução" (ex: os alunos poderiam listar aparelhos eléctricos e, posteriormente, classificar o tipo de energia utilizada);

2- "actividades de exploração das ideias prévias dos alunos" (ex: os alunos emitem hipóteses sobre a germinação das sementes);

3- "actividades de contraste e provocação de conflito" (ex: realização de experiências e confrontar os resultados com anteriores ideias);

4- "actividades de consolidação e extensão" (ex: explicação do funcionamento de uma panela de pressão);

5- "actividades de avaliação" (de conteúdos, de processos e de atitudes).

Como vemos, partindo de uma sequência didáctica manifestamente voltada para o ensino dos conceitos, é possível iniciar-se a aprendizagem com as questões mais próximas dos alunos, e que acabam por servir de fio condutor a toda a sequência. Mas, independentemente do modelo prático de implantação do CTS, o importante a destacar é que o ensino CTS deverá ter por base uma questão, um problema, a partir do qual o aluno, individualmente ou em grupo, se envolve, lidando com conceitos e processos básicos (Yager, 1993).

#### 2.5.3.6. Estratégias de ensino-aprendizagem CTS

Uma vez que o ensino CTS pretende essencialmente a formação de alunos capazes de intervirem sobre os problemas da vida real, e uma vez que a tomada de decisões no mundo democrático não é um processo unilateral, daí que as estratégias de ensino CTS devam privilegiar as actividades que promovam o debate e a discussão. A introdução do debate sobre certos problemas controversos ajuda a promover a resolução de problemas, o pensamento crítico, a cidadania e a competência tecnológica. Como salienta Thomashow (1989), o ensino com

problemas controversos suporta a participação democrática, para além de permitir separar preconceitos e propaganda de informação factual.

Por outro lado, como refere Oliveira (1991), a abordagem dos sistemas complexos (abordagem sistémica) pressupõe que num sistema os seus componentes interagem e, portanto, para o seu estudo, deveremos implementar estratégias que admitam um grande número de interações. Ora, transpondo estas regras para o estudo da realidade social como um macro-sistema de enorme complexidade (Kline, 1995), onde coexistem inúmeras interações (Roy, 1995), o estudo CTS só é verdadeiramente possível mediante uma abordagem interdisciplinar e multidisciplinar, o que nos deve alertar para o aproveitamento de situações escolares onde tal é possível.

Por último, mais duas advertências para com a escolha da melhor estratégia: não há verdadeiramente nenhum conflito entre o ensino científico ortodoxo conceptual e o ensino CTS: é que, como salienta Solomon (1993), a ciência ensinada no CTS não é diferente da ciência escolar tradicional, e é neste sentido que ela deve ser abordada. Os dados estatísticos e a discussão de temas CTS não são tudo no ensino CTS: todo o ensino de ciência requer ilustração prática e actividade (trabalho de campo ou actividade laboratorial). Há imensas alternativas e é nesta variedade que o ensino das ciências deve assentar. Até porque vários estudos, efectuados a propósito dos diferentes métodos de ensino, parecem evidenciar que cada um deles se adequa a domínios diferentes do conhecimento: por um lado, aos conceitos que são descontextualizados e que envolvem processos mentais estritamente lógicos; e, por outro lado, aos conhecimentos da vida do mundo que se referem a contextos concretos (Solomon, 1988b).

Quer dizer, apesar de não poder tipificar qualquer actividade como exclusiva do ensino CTS, é possível, contudo, afirmar que as principais *estratégias* ou *técnicas didácticas* que lhe servem de suporte são as seguintes: trabalhos em pequenos grupos; debate de ideias e controvérsias, seguida da tomada de decisões; resolução de problemas; jogos, simulações e "role-play" (Ogawa, 1989; Solomon, 1988b); trabalhos práticos utilizando tecnologia (construção de...); leitura de textos da história da ciência, suas implicações sociais, sua falibilidade,... (Solomon, 1993); estudos de casos (Webber, 1985), inquéritos e entrevistas, exposições; análise de dados, elaboração de mapas, diagramas e gráficos, escrever resumos técnicos ou de divulgação (Obach, 1995); planificação de pequenas investigações (Yager, 1995).

### 2.5.3.7. Os professores de ciências e o ensino CTS

A maior parte da investigação com professores a propósito da temática CTS tem pretendido salientar as concepções dos professores relativamente à ciência, aos cientistas, à actividade científica e às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (Zoller et al, 1991; Díaz, 1995; Nunes, 1996; Iglesia, 1997a).

Relativamente às *opiniões dos professores* quanto à aceitação desta modalidade do ensino das ciências, quatro estudos merecem aqui ser destacados. O primeiro, um estudo internacional, já efectuado em 1984 por Bybee e Mau (1986), veio realçar a visão dos professores de ciências (na sua maioria universitários) sobre o ensino CTS, visão cujas características podem ser assim resumidas: a maioria dos professores possui um baixo ou moderado conhecimento dos problemas globais, embora os considere importantes como elementos de estudo; os aspectos sociais do CTS deveriam ser integrados numa disciplina (curso), pelo que esta tendência de ensino é francamente valorizada; antes da escola, tais professores consideram que os *media* e a experiência pessoal são as mais importantes fontes de informação; os maiores bloqueios ao desenvolvimento do CTS são a preparação, o conhecimento social e as atitudes dos professores, as restrições económicas, as técnicas pedagógicas e os factores físicos das escolas.

Outro estudo, com 14 professores e 2000 alunos, promovido por Mitchener e Anderson (1987), no que se refere ao propósito da aceitação, rejeição ou alteração de tópicos curriculares CTS por parte dos professores, permitiu salientar três tipos de perfis de professores: os professores que valorizam os cursos CTS, dado o transporte das situações da vida real para a sala de aula, possibilitando a prática de decisões por parte dos alunos; outros que recusam a inclusão de temas sociais no currículo, não valorizando a ligação dos temas à vida dos alunos e o desenvolvimento das capacidades de elaboração de decisões; e outros, ainda, que, embora preocupados com o tempo e com o esforço necessários à dinamização das actividades CTS, procuram, sempre que possível, incluí-las na sua prática.

Um terceiro estudo, desenvolvido em Espanha por Solbes e Vilches (1995), destacou a opinião de 103 professores, tendo-se constatado que a maioria dos professores (89,2%) considera a ausência de interacções CTS como causa do progressivo decréscimo de interesse escolar; curiosamente, também se verificou que a maioria desses professores não tinha em conta tais interacções CTS no seu ensino habitual. Quando solicitados a propor uma actividade CTS, mais de metade

salientam as interacções entre a ciência e a sociedade (aplicações técnicas da ciência), parecendo com isso que os professores têm visões reducionistas da ciência e das relações CTS. Por último, saliente-se que os professores consideraram unanimemente a utilidade da inclusão de actividades CTS no ensino da Física-Química, algo em sintonia com a evidência recolhida por outros estudos como o efectuado por Ramsden (1994), a propósito da aplicação de um curso anual CTS ("Salter's Science Course"), e por Cid (1995) para com a disciplina de Ciências Naturais do 7º ano.

O último estudo a que aqui fazemos referência, desenvolvido em Portugal por Freire (1994), consistiu numa entrevista a dezassete professores com diferentes formações científica e pedagógica e com diferentes anos de prática lectiva, tendo como protocolo da entrevista um relato de uma hipotética aula de Física para alunos do 8º ano, onde eram abordadas as interacções CTS (particularmente, a Física e a Sociedade). Questionados relativamente àquela situação (o professor está ou não a ensinar Física), a maioria dos professores consideram que sim, embora, curiosamente, mais de metade tivessem afirmado que uma aula daquele tipo não seria uma aula adequada para alunos do 8º ano e que nunca desencadearam este tipo de aula.

Este estudo veio, portanto, confirmar que há um conjunto de professores que, ao defenderem o ensino disciplinar puro (dimensão substantiva e sintáctica da ciência, segundo Freire, 1994), não concordam com a inclusão de temas onde se relacionam a ciência disciplinar e a sociedade para o ensino da Física do 8º ano, admitindo que tais assuntos poderiam ser tratados noutra programa para alunos mais velhos. Ora, face às novas propostas curriculares daquela disciplina, tendo concepções de ensino desta natureza, e considerando que uma boa parte dos professores de ciências já se encontra num estágio da sua carreira profissional que torna difícil qualquer mudança imposta, o problema vai necessariamente invadir o espaço da formação de professores, quer da formação inicial, quer da formação contínua.

Os estudos de Solbes e Vilches (1995) e de Freire (1994), não muito distanciados na sua aplicação, e realizados em dois países com idênticas tradições de ensino, podem ilustrar o quanto estamos distantes de uma efectiva atenção para com a temática CTS, e o esforço que ainda terá de ser desenvolvido para que a orientação CTS, contemplada nas orientações curriculares, passe a fazer parte das preocupações e das práticas efectivas dos professores de ciências. Para isto, muito

poderá contribuir uma formação de professores diferente, onde pelo menos, possam ser contempladas as seguintes aspectos: conhecer diversas modalidades de integração CTS no currículo de ciências; analisar os programas escolares com vista a conhecer as reais possibilidades de introdução da dinâmica CTS; avaliar os materiais curriculares já existentes (manuais escolares e outros textos, programas informáticos, guias de práticas de laboratório, etc.); desenhar novas actividades e materiais, aproveitando os já existentes; desenvolver técnicas para avaliação da aplicação do ensino CTS (Spector, citado por Iglesia, 1997a).

#### 2.5.3.8. Os alunos e o ensino CTS

Tal como os professores, a grande maioria dos estudos (Aikenhead, 1988; Zoller, Donn, Wild e Beckett, 1991; Solbes e Vilches, 1992; Álvarez, Soneira e Pizarro, 1993; Vásquez e Manassero, 1997) tem incidido sobre as *concepções dos alunos* acerca da ciência, da tecnologia, dos cientistas, dos tecnólogos, da actividade científica e tecnológica, e das relações recíprocas entre ciência, tecnologia e sociedade, aspectos a que antes já demos algum destaque.

No que se refere às *posições dos alunos relativamente ao ensino CTS*, mais uma vez serão destacados três estudos. O primeiro refere-se à investigação já referenciada de Cid (1995), realizada com o objectivo de comparar os efeitos de um módulo CTS face à abordagem tradicional, em alunos de Ciências Naturais. Apesar das conclusões, no entender da autora, não deverem ser consideradas generalizáveis (devido à natureza da investigação: turmas diferentes, diferentes professores e em situação de formação, pouco tempo de intervenção), julgamos pertinente salientar, entre outros, os seguintes resultados: a abordagem CTS foi mais eficaz na promoção da aprendizagem dos conceitos do que a abordagem tradicional; não foi possível demonstrar a relação entre a abordagem CTS e o interesse pela disciplina de Ciências Naturais e pelas aulas de ciências, em geral, muito embora as entrevistas posteriores pudessem constatar um maior interesse pelas aulas onde a abordagem CTS foi implantada; não se encontraram diferenças significativas entre os grupos de alunos investigados relativamente ao conceito de ciência; pareceu existir alguma influência das actividades CTS para com a qualidade de argumentação, atingindo níveis mais altos na tomada de decisões; os alunos mostraram agrado para com a metodologia CTS.

Na segunda investigação, realizada por Zoller et al. (1991), no âmbito das crenças CTS dos alunos, foi possível detectar uma significativa evolução nas concepções dos alunos sujeitos a cursos CTS, quando comparados com outros colegas em situação tradicional de aulas.

Na mesma linha do anterior, um estudo desenvolvido nos EUA por Bradford, Rubba e Harkness (1995) pretendeu comparar as concepções CTS dos 138 alunos que frequentaram um curso CTS (*STS 200 - Critical Issues in Science, Technology and Society*) com as manifestadas por 122 alunos que frequentaram um curso tradicional de Física (*PHYS 001 - The Science of Physics*), tendo-se utilizado para o efeito 16 itens com resposta de escolha múltipla, extraídos do VOST (*Views on Science-Technology-Society*). O resultado que, neste contexto, merece mais destaque é que os alunos sujeitos ao curso CTS apresentaram concepções CTS mais "realísticas" do que os seus colegas que frequentaram o outro curso (à semelhança da investigação de Zoller et al., 1990).

Para terminar, salientemos as principais conclusões divulgadas por Yager e Tamir (1993), a propósito de quatro estudos sobre a eficácia do ensino CTS nos domínios dos conceitos, processos, aplicação, criatividade e atitudes e as conclusões de Yager (1993), também ele fazendo um balanço dos principais relatórios sobre experiências no âmbito do ensino CTS nos EUA, principalmente na última década. Assim, e relativamente aos alunos que frequentaram cursos CTS, verificou-se que estes foram quatro vezes mais efectivos no uso dos conceitos e processos da ciência do que outros colegas; registavam atitudes duas vezes mais favoráveis para o estudo, para além desta atitude não diminuir; aumentavam a sua criatividade; duplicavam a possibilidade de lidarem com questões quotidianas; apresentavam idêntica eficácia, mas mais prolongada na aquisição dos conceitos, quando comparados com a educação tradicional; possuíam uma melhor percepção da natureza da ciência e do seu papel nas suas vidas; melhoravam as atitudes e a confiança na prática da ciência para os alunos; e levaram os alunos a optar, preferencialmente, por carreiras científicas.

#### 2.5.3.9. Dificuldades e críticas à implantação do ensino CTS

A imagem do professor de ciências surge tradicionalmente ligada a uma disciplina, quer pela sua formação, quer pela prática lectiva na escola. Também

tradicionalmente são fortes as distinções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, pelo que o ideal de ciência integrada e de ensino CTS encontra enormes obstáculos perante esta realidade profissional (Hansen e Olson, 1996).

A literatura tem, com efeito, destacado algumas limitações e obstáculos a propósito da dinamização CTS. Tais limitações estão quase todas relacionadas com as concepções dos professores e a sua disposição para a mudança. Se não se conseguir ultrapassar tais obstáculos, dificilmente se conseguirá a implantação efectiva do CTS. Vejamos então algumas dessas dificuldades:

- ausência de uma definição clara e de uma estrutura teórica que tornem possível um correcto desenvolvimento curricular, com várias ênfases, de acordo com os professores (nas aplicações tecnológicas, nas implicações da tecnologia, nas interacções CTS) (Hall, 1985);

- ausência quase completa na formação de professores desta metodologia (Hall, 1985; Freire, 1994; Iglesia, 1995);

- formação inicial dos professores com um pendor fortemente disciplinar (Yager e Lutz, 1995; Serrano e Martins, 1997), embora, curiosamente, certos estudos apontem para uma maior confiança dos professores no acto de ensinar ciências e de estimular os alunos, quando utilizam estratégias CTS (Yager, 1993);

- dificuldade de começar as lições a partir da sociedade em direcção à tecnologia, principalmente porque o ensino tradicional não tem por hábito passar de situações práticas para novas questões e novas práticas, geradas a partir das anteriores (Yager e Lutz, 1995);

- receio da perda de identidade como professores, uma vez que a exploração das questões CTS é essencialmente interdisciplinar, mobilizando saberes para além das fronteiras disciplinares (Millar, 1996a);

- receio da perda de controlo da ordem na sala de aula (Hansen e Olson, 1996), uma vez que muitas das estratégias CTS se dirigem para a controvérsia, o debate, a participação, a realização e a investigação, proporcionando aos alunos uma maior liberdade de movimentos na sala de aula;

- falta de tempo para o tratamento de questões CTS (programas extensos);

- aprendizagem de poucos conceitos da ciência, em comparação com outros modelos de ensino (Hall, 1985; Yager, 1989), o que parece estar em conflito com a necessidade dos professores de prepararem os seus alunos para a realização de exames, onde os conteúdos conceptuais dominam esmagadoramente;

- dificuldade de introdução de certas noções complexas presentes na educação CTS (como a coesão social e a responsabilidade), que só se conseguem

com uma sólida formação nas noções sociais e morais, conseguidas particularmente em família e nos primeiros tempos de escola (Solomon, 1993);

- algum afastamento dos professores das matérias complexas e desconhecidas (Smolska, 1990; Hansen e Olson, 1996), a que se pode associar, muitas vezes, o seu limitado conhecimento dos alunos, da localidade e do ambiente escolar onde trabalham (Pedretti e Hodson, 1995);

- objectivos demasiado ambiciosos e expectativas exageradas, o que, no dizer de Layton (1986), pode conduzir a um retorno às estratégias tradicionais do ensino das ciências (Miguéns et al., 1996);

- escassez de materiais educativos que contemplem os conteúdos CTS, com mais informação relevante (Dulski et al., 1995);

- visão reduzida da actividade científica e da sociedade, ao serem abordados problemas preferencialmente referentes aos países desenvolvidos (Rampal, citado por Cid, 1995);

- "politização" do ensino (Pedretti e Hodson, 1995), pelo facto de a exploração dos temas CTS permitir uma maior ênfase no ensino da componente social e tecnológica do que o ensino da ciência;

- e, ausência de dados suficientes da investigação ou de relatos da aplicação de temas CTS que justifiquem a sua generalização no ensino.

#### 2.5.3.10. O ensino CTS em Portugal

Por último, uma referência às manifestações visíveis do movimento CTS para o caso português. Em primeiro lugar, há que destacar as *intenções educativas* expressas nas finalidades e nos programas das disciplinas científicas. Assim, no programa de Ciências da Natureza do 2º ciclo do ensino básico (5º e 6º anos de escolaridade), surgem objectivos gerais claramente orientados para a perspectiva CTS: «*Compreender as implicações da Ciência, no dia-a-dia da actividade humana*»; «*Compreender os efeitos que as actividades humanas provocam no solo, na atmosfera e na água*»; ou, ainda, «*Assumir-se como consumidor informado na escolha de alimentos e outros produtos*» (M.E./D.G.E.B.S., 1991a, p. 9).

Também no programa de Ciências Naturais do 3º ciclo (7º e 8º anos de escolaridade), as interacções CTS surgem como uma das três finalidades da educação em ciências: «*desenvolver a compreensão da ciência como actividade humana que procura conhecimentos e aplica conceitos científicos na resolução de*

*problemas da vida real, incluindo os que exigem soluções tecnológicas.»* (M.E./D.G.E.B.S., 1991b, p.5). Por outro lado, a natureza da ciência e as relações CTS surgem contempladas nos objectivos gerais: *«Avaliar as implicações do desenvolvimento da Ciência»; «Reconhecer as limitações da Ciência na resolução de problemas sociológicos e tecnológicos»; «Reconhecer que o conhecimento científico é dinâmico»; e, ainda, «Compreender a relevância da Ciência no dia a dia, perspectivando as suas potenciais aplicações»* (idem, p. 10).

De igual modo, o programa de Físico-Química do 8º ano, depois de na sua introdução referenciar que na actuação tradicional das aulas de F.Q. se tem verificado a ausência da relação entre os conhecimentos científicos e os aspectos tecnológicos mais directamente relacionados, por um lado, e a vida quotidiana, por outro, surge bem vincada a finalidade deste programa na promoção da literacia científica: *«Proporcionar aos jovens a aquisição de conhecimentos básicos que os tornem capazes de compreender problemas científicos e tecnológicos importantes para o indivíduo e para a sociedade em geral»* (M.E./D.E.B., s/ data, p. 4). Por outro lado, numa outra finalidade, é manifestada a importância das relações CTS: *«Contribuir para a reflexão sobre a inter-relação Ciência, Tecnologia e Sociedade ...»* (idem). Da mesma forma, tais preocupações são referenciadas em objectivos gerais daquele programa, particularmente: *«Adquirir saberes e práticas que lhe permita lidar com situações quotidianas que envolvam conhecimentos científicos ou produtos tecnológicos»* e ainda *«Conhecer e analisar criticamente implicações da Ciência e da Tecnologia na sociedade actual»* (idem, p. 6).

Relativamente aos programas do ensino secundário de Ciências da Terra e da Vida, Biologia e Geologia, surge destacada uma das finalidades deste programa: *«Estimular uma visão da Ciência, fomentando a compreensão das relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade»* (M.E., 1991c, p. 24) e ainda, sob a forma de objectivos gerais, *«Compreender a importância do uso de novas tecnologias na investigação científica», «Analisar o impacto da Biologia em assuntos de natureza ética, filosófica e política.»* e *«Avaliar as implicações do conhecimento científico em questões que hoje preocupam o Homem e as Sociedades»* (idem, p. 25).

Não poderemos, por outro lado, ignorar um potencial espaço para o desenvolvimento de temas CTS, a Área-Escola, bem ilustrado por algumas das suas finalidades: promoção da interdisciplinaridade; sensibilização para as problemáticas do meio onde a escola se insere; integração de conhecimentos veiculados pela chamada "escola paralela"; aplicação dos conhecimentos teóricos; exercício de uma cidadania responsável através de vivências concretas (M.E., 1991d).

Para além dos programas, há que destacar alguns *livros* e *artigos* de revistas sobre temas CTS. Assim, salientaremos três trabalhos de investigação, já antes referidos: o primeiro de Freire (1994), que procurou saber as opiniões dos professores relativamente ao ensino de temáticas CTS; o segundo de Cid (1995), que visou comparar os resultados de aplicação de um módulo CTS com a metodologia tradicional; e o terceiro desenvolvido por Nunes (1996), tendo como objectivo a pesquisa de concepções CTS de alunos do 2º ciclo do ensino básico.

Para além destas investigações, alguns artigos em revista de assuntos CTS merecem referência: os artigos de Dias et al. (1987) e de Casimiro e Faísca (1989), ambos publicados numa revista periódica com a designação "CTS" que apareceu publicada durante alguns anos, tendo sido extinta nos inícios dos anos 90; e os artigos de Sequeira (1988), de Oliveira (1991) e de Santos e Valente (1995a e 1995b); e ainda uma comunicação de Sequeira (1995).

# **CAPÍTULO 3**

## **METODOLOGIA**

### 3.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES: O PENSAMENTO DO PROFESSOR

A presente investigação pretende fazer, essencialmente, um levantamento de diversas *opiniões dos professores* acerca das principais mudanças e das principais orientações que se julgam essenciais para o ensino das ciências, algumas relacionadas com o modo de encarar o currículo e outras com a forma de implementação desse mesmo currículo. Se é verdade que, actualmente, é consensual a necessidade imperiosa da implementação dessas mudanças, por forma a dar novo rumo ao ensino das ciências, também é inegável que tal concretização terá sempre de contar com os professores, pois são eles que, necessariamente, irão ter a seu cargo a implementação no terreno de tais mudanças. Neste sentido, as opiniões dos professores, enquanto portadores de conhecimento e de experiência mais ou menos reflectida, são essenciais como ponto de partida para a tal dinâmica de mudança pretendida; se as crenças são uma das principais razões de mudança, como afirmavam Ajzen e Fishbein (citados por Botia, 1992; Borreguero e Rivas, 1995) no quadro da sua teoria da acção reflectida, se mudarmos essas crenças poderemos mudar o comportamento. Ou ainda, nas palavras de Bell e Pearson (citados por Pérez et al., 1993), não é possível transformar o ensino sem transformar a epistemologia dos docentes.

Relativamente às opiniões, crenças, princípios práticos, construtos pessoais, teorias implícitas, conhecimento prático, atitudes e valores, há uma tradição investigativa internacional de duas décadas (Mogarro, 1995), capaz de nos proporcionar algumas ideias básicas, que também podem servir como suporte conceptual desta investigação. As que consideramos mais relevantes, neste contexto, são as seguintes:

■ Os professores, tal como os alunos ou quaisquer outras pessoas, possuem concepções. Mais concretamente, o professor de ciências dispõe de uma gama variada de saberes ou *concepções académicas*, adquiridas, na maioria dos casos, durante a sua formação inicial: concepções sobre o conteúdo (conhecimento científico), sobre a filosofia e a história da ciência e sobre a estrutura das disciplinas (González e Escartín, 1996); concepções sociológicas, como as posições políticas e sociais perante a escola e o ensino, a estrutura do poder na aula, a visão sobre a

educação e sobre a profissão docente; e concepções psicológicas, relativas à psicologia do aluno, à forma como este processa a aprendizagem e ao papel da motivação do aluno para conseguir uma melhor aprendizagem.

Tais concepções possuem, curiosamente, uma dupla faceta: tanto podem funcionar como "ferramentas" para interpretar a realidade educativa, como podem constituir obstáculos para determinado tipo de orientação (Pórlan et al., 1997).

■ A origem dessas concepções relaciona-se com a experiência educativa do professor, primeiro enquanto aluno, depois como profissional.

■ Essas ideias e representações estão profundamente estabelecidas no padrão cognitivo dos professores, o que explica a dificuldade de mudança de muitas delas (Flor, 1993). A maioria das concepções sofre poucas mudanças durante o processo de formação inicial e nem sempre coincide com as exigências curriculares (Mellado, 1997).

■ Para que ocorra evolução ou mudança dessas crenças, torna-se necessário, como primeiro passo, que os professores tomem consciência das suas concepções e das concepções dos seus colegas, para que depois, mediante adequados processos de formação, possam ser confrontados com outros pontos de vista, com outras formas de actuação, mais consentâneas com aquilo que é preconizado pela investigação educacional.

■ As aprendizagens realizadas em dado contexto e que conduzem a certas concepções não se transferem automática e mecanicamente para outros contextos, embora os possam influenciar (Porlán et al., 1997), razão pela qual hoje se aceita que *as concepções dos professores nem sempre se reflectem isomorficamente nas suas práticas*, enquanto docentes (Mellado, 1997). A falta de análise e de reflexão destes esquemas de pensamento explica, em parte, algumas contradições que se têm verificado no professor, não só entre as concepções e as práticas (contradições do tipo externo), mas também entre as próprias concepções (contradições do tipo interno) (Flor, 1993).

■ Para além destas concepções, o professor, no decurso da sua actividade, desenvolve e tem consciência de um outro conjunto de *saberes baseados na experiência*, relacionados com vários aspectos do ensino-aprendizagem (Porlán et al., 1997; Pérez et al., 1990). Trata-se de um conhecimento pessoal, consequência de uma reflexão sobre a sua prática e da comparação com a prática de outros

colegas, através do qual o professor consegue uma forma própria de manusear o conteúdo para o fazer chegar junto dos seus alunos, aquilo que Felgueiras (1993) designa como "epistemologia espontânea". São exemplos destes conhecimentos as *concepções metodológicas* (sobre os recursos, documentação, comunicação, organização da turma, tipo de actividades, etc.); as *concepções sobre a planificação do ensino* (objectivos, conteúdos, procedimentos, sequência, currículo); as *concepções sobre a formação* (inicial e contínua) e sobre a *investigação educacional*; e as *concepções sobre a avaliação* (González e Escartín, 1996).

De acordo com Porlán et al. (1997), por serem concepções conseguidas pelo contacto com outros colegas de profissão, podem estar relacionadas com a tradição e são impregnadas por valorizações e conotações morais e ideológicas. No entanto, devido ao seu cariz social, poderão evoluir, logo que haja um sentimento de insatisfação, ou receio do professor de ficar "fora de moda".

■ Para além dos saberes sobre a teoria docente e dos saberes relacionados com a experiência profissional, existe um outro tipo de *conhecimento prático*, bastante mais difícil de mudar, adquirido pelo professor de forma muito lenta: trata-se das *rotinas e guiões de acção* (Porlán et al., 1997). Tais conhecimentos, aplicados no concreto e em situações específicas, são úteis aos professores enquanto proporcionadores e facilitadores de uma actuação imediata, que evite ansiedade face ao desconhecido; constituem, todavia, verdadeiros obstáculos, quando se pretende que o professor modifique certas condutas, que modifique as suas rotinas.

■ Bem mais complexas são as chamadas *teorias implícitas*, definidas por Rodrigo, Rodríguez e Marrero (1993) como « *representações mentais que fazem parte do sistema de conhecimento do indivíduo e intervêm nos seus processos de compreensão, memória, raciocínio e planificação da acção*» (p. 13), embora nem sempre os professores tenham consciência das possíveis relações que estas ideias e as suas aplicações têm para com as respectivas formalizações conceptuais (Marrero, citado por Porlán et al., 1997). As teorias implícitas, contrariamente aos saberes académicos, aos saberes experienciais e aos saberes rotineiros, correspondem, assim, a concepções só salientadas com o auxílio de outras pessoas (colegas de profissão ou processos de investigação), uma vez que o professor não dispõe de uma teorização consciente das mesmas.

Como consequência de uma aprendizagem espontânea com aplicação na realidade, por forma a poder resolver problemas práticos imediatos, o professor, no

seu contacto com o mundo educativo, gera teorias sobre essa realidade, podendo ser-lhe atribuídas pelo menos duas características: em primeiro lugar, tal como as rotinas e guias de acção, as teorias implícitas são frequentemente estáveis, correspondentes a estereótipos sociais e muitas vezes apoiadas pela tradição (Porlán et al., 1997); em segundo lugar, embora possamos considerar tais teorias implícitas como idiossincráticas e pessoais (Rodrigo et al., 1993), tudo leva a crer que, dado o contexto social onde são formadas, nem todo o conhecimento do professor é pessoal e idiossincrático, sendo possível encontrá-lo em grupos de professores e, portanto, com carácter cultural.

■ Partindo deste pressuposto de que o conhecimento dos professores, apesar de ser, em muito, o resultado da experiência idiossincrática e da síntese pessoal (Feiman-Nemser e Floden, 1986), não é exclusivamente pessoal, e admitindo a possibilidade de algum grau de generalização, poderemos, então, postular a existência de alguns "*modelos culturais*". Por outro lado, partindo do princípio de que qualquer prática tem sempre subjacente uma dada teoria (González e Escartín, 1996), é de supor que tais modelos conceptuais possam corresponder a determinadas formas de encarar o ensino e de ensinar.

■ Tendo a noção de "modelo" uma tripla componente - teórica, ideológica e prática - capaz de interpretar uma realidade, para o estabelecimento de "modelos de ensino", é exigido um esforço de síntese, procurando encontrar os principais elementos que diferenciam o posicionamento epistemológico e didáctico do professor.

■ Numa excelente sistematização, Rodrigo et al. (1993) partindo de uma análise sócio-histórico-filosófica das principais ideias pedagógicas, desde o século XVII até à actualidade, postularam a existência de cinco modelos de ensino ou concepções teórico-metodológicas sobre o ensino e o currículo: *tradicional*, *técnica*, *crítica*, *activa* e *construtivista*. Na justificação de tais modelos encontram-se domínios tão diversos como o conhecimento, o ensino, a aprendizagem, a gestão curricular, a programação, a interacção professor-aluno e os grupos de alunos, os meios (recursos), a avaliação, o papel do professor e a relação escola-meio.

Outros autores têm encontrado, também, grupos epistemológicos de professores, embora com algumas ligeiras diferenças, como no caso do estudo de Utges et al. (1997), onde foi possível determinar a presença de cinco categorias diferentes de professores (*social*, *integradora*, *ortodoxa*, *pragmática* e

*construtivista-indutivista*), ou ainda do estudo de González e Escartín (1996), onde de igual forma são identificados cinco tipos de professores (*tradicional, tecnológico, activista, investigador e construtivista*).

Indo ao encontro das concepções mais significativas que caracterizam o quadro de pensamento de diferentes grupos de professores e que, como vimos, têm surgido na bibliografia (Rodrigo et al., 1993; González e Escartín, 1996; Utges et al., 1997; Praia e Cachapuz, 1997; Callejas, 1997; Porlán et al., 1997), foi possível estabelecer uma sistematização de algumas das principais ideias e actuações dos professores de ciências nos nossos dias, seguindo de perto os modelos de González e Escartín (1996), os que retratam, de certo modo, a história da didáctica das ciências: o *professor tradicional* (ou transmissor), o *professor tecnológico* (técnico, eficaz, tecnicista, tecnocrático, ou transmissor-estruturado), o *professor artesão* (humanista, activista, artista, naturalista, ou de estruturação-construção), o *professor descobridor* (ou investigador) e o *professor construtivista* (elaborador, crítico, reflexivo ou investigador na aula) (González e Escartín, 1996).

Apresentamos no Anexo 2 algumas descrições que ajudam a caracterizar tais categorias de professores, e que já anteriormente (Concepções e práticas dos professores - modelos de professores) lhe demos suficiente relevo.

■ Actualmente, encontramos-nos numa fase em que se considera que os critérios que conduzem à elaboração de modelos já são insuficientes e pouco úteis para as análises que se orientam para uma descrição da diversidade do trabalho docente. Neste sentido, Cañal (1997) considera que para uma efectiva melhoria do ensino, para além dos modelos didácticos atrás referidos, globalizadores do pensamento e da acção dos professores, devem conseguir-se «*instrumentos conceptuais e metodológicos para realizar análises e intervenções mais particulares e precisas*» (p. 87).

■ Como resultado dos estudos relativamente recentes sobre a "*carreira*" *profissional dos professores*, considera-se actualmente que a vida de um professor é composta por uma sequência de etapas (períodos de vida), onde ocorrem ganhos e perdas (Desfilis, Blasco e Seguí, 1994), nas quais se verificam mudanças, mais ou menos importantes, associadas a factores como a satisfação sobre a carreira docente, a relação com os alunos, a organização das aulas, as prioridades, o domínio da matéria que ensinam, a ambição dentro e fora da carreira. Tais mudanças justificam, em diversos autores, a designação de "crises" na vida de um professor em diversos autores (Burden, 1990). É neste sentido que Huberman (1992) sistematiza tais

mudanças em sete fases: a *entrada na carreira*, a *fase de estabilização*, a *fase de diversificação*, a *fase do questionamento*, a *fase da serenidade*, a *fase do distanciamento afectivo*, a *fase do conservadorismo e das lamentações* e a *fase do desinvestimento*.

Sistematizando, a *entrada na carreira* (1 a 3 anos) corresponde à fase em que a "sobrevivência" (o confronto com a complexidade da situação profissional) e a "descoberta" são, quase sempre, vividos em paralelo, e a sua duração depende, em muito, do grau de comprometimento com que o professor encara a carreira.

A *fase de estabilização* (4 a 6 anos de docência) é definida como aquela em que o professor passa a ser, de facto, encarado como pertencente a um corpo profissional, onde se acentua o seu grau de liberdade, uma confiança crescente no seu estilo e na sua actuação e uma maior flexibilidade na gestão da turma.

Segue-se-lhe a *etapa da diversificação* (7 a 15 anos de docência), na qual o professor, quase sempre, se lança em projectos, em experiências pessoais, optando pela diversificação (do material didáctico, da avaliação, da forma de agrupar os alunos, da sequência dos conteúdos) e ambicionando novos horizontes (por exemplo, o acesso aos cargos administrativos). É também a fase em que os professores, uma vez estabilizados, têm mais tendência para formular críticas ao "sistema".

Segundo Huberman (1992), se bem que a *fase de questionamento* (15 a 25 anos de docência) esteja suficientemente justificada pelos estudos empíricos, não é fácil, contudo, a sua caracterização, dada a diversificação ocorrida na etapa anterior. No entanto, esta fase do "meio da carreira" parece coexistir com uma certa rotina ou mesmo "crise" existencial, de examinação do passado, em que o professor procura cumprir minimamente o que os regulamentos determinam, «*nem mais nem menos*» (Hamon e Rotman, citados por Huberman, 1992, p. 40).

Imediatamente a seguir, ocorre uma *etapa de serenidade e de distanciamento afectivo* (25 a 30 anos de docência), correspondente aos professores do grupo etário dos 45-55 anos (Peterson, citado por Huberman, 1992), em que, essencialmente, decresce o nível de ambição e de investimento na carreira, mas se reforça a sensação de confiança e de serenidade. Tudo é previsto e a relação com os alunos passa a ser caracterizada por um maior afastamento, até porque os alunos consideram estes professores como equivalentes aos seus pais, em termos de estatuto.

Entre os 30 a 35 anos de carreira, os professores passam por uma *fase de conservadorismo e de lamentações*, em que é comum se queixarem que os seus alunos são menos disciplinados, menos motivados, menos aplicados, e que os seus colegas mais jovens são menos sérios e menos empenhados e onde se verifica uma atitude pouco positiva, quer para o ensino, quer para com a política educativa, em geral. A rigidez, o dogmatismo, a excessiva prudência, a resistência às mudanças, a nostalgia do passado, são exemplos das múltiplas facetas do professor entre os 50-60 anos (Huberman, 1992).

Embora não existam suficientes trabalhos empíricos sobre o grupo de professores no final de carreira, tudo parece apontar para uma equivalência ao que sucede noutras carreiras: uma *etapa de desinvestimento* (mais de 35 anos de docência). O professor prepara-se para a despedida, liberta-se da escola para dedicar mais tempo a si próprio, com preocupações de maior vivência social.

Embora sejam, obviamente, de considerar as limitações e artificialidade, mesmo, deste tipo de categorização (Burden, 1990), é porém inegável que o professor passa por etapas distintas da sua vida. Assim sendo, não será de estranhar que o seu pensamento, o modo de encarar as questões da educação, e algumas das suas práticas possam ser diferentes, consoante a etapa em que se encontra.

Partindo deste vasto conjunto de complexas ideias estruturantes do conhecimento e da actuação do professor, e assumindo uma perspectiva construtivista, ou, mais especificamente, socio-construtivista, segundo a qual o professor tem concepções diversas, muitas delas estáveis e consistentes com os diferentes modos de encarar as situações, mas possíveis de evoluir para gerar *nos próprios professores concepções e práticas mais adequadas* (Mellado, 1996), o presente trabalho de investigação visa não só a exploração dessas concepções (concepções curriculares e metodológicas e concepções CTS), mas também uma tentativa de modelização das mesmas, com vista a encontrar os pontos de contacto com uma perspectiva particular do ensino das ciências, a exploração das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade. Estes quatro aspectos serão objecto de análise separada, aquando da análise e interpretação de resultados do questionário utilizado como instrumento de investigação, tendo a preocupação de avaliar a dispersão dos resultados, de acordo com o grupo disciplinar a que pertence o professor, e de acordo com o tempo de serviço docente (enquadramento na carreira docente).

### 3.2. CRITÉRIOS METODOLÓGICOS

Na busca das concepções dos professores que estão na base das práticas de ensino, e à luz da cooperação metodológica (Neto, 1994) que hoje se preconiza para a investigação em educação, seria de supor a adoção combinada, neste estudo, de procedimentos metodológicos de tipo qualitativo e de tipo quantitativo. Com os primeiros (por exemplo, através da observação, estudos de caso ou entrevistas), procurar-se-ia elucidar em profundidade as principais ideias-tipo que tornam diferentes os professores, sendo mesmo possível enriquecer, esclarecer e eliminar ambiguidades (Aikenhead, 1988) relativamente às pessoas questionadas; com os segundos (por exemplo, através de questionários), conseguir-se-ia atingir uma amostra mais ampla, com o intuito de proceder a algumas eventuais generalizações. A nossa investigação lida, porém, com algumas realidades que julgamos pertinente salientar.

a) Em primeiro lugar, não temos a pretensão de proceder a um levantamento exaustivo de concepções dos professores.

b) Em segundo lugar, julgamos que, perante os resultados das várias investigações de tipo qualitativo destacadas na literatura, nos encontramos actualmente numa fase onde tem interesse averiguar do grau de representatividade das concepções/crenças e práticas associadas a amostras mais amplas, por forma a permitir «*dispor de categorias interpretativas mais sólidas para posteriores estudos de caso*» (Porlan, García e Pozo, 1997, p. 163).

c) Em terceiro lugar, o autor, mestrando mas simultaneamente professor do ensino secundário, vendo-se a braços com as limitações temporais, viu-se obrigado a optar por aquela metodologia que pudesse, ainda assim, e a esse respeito, impor menos constrangimentos.

Com estas condicionantes e limitações, a opção tendeu para uma investigação de tipo quantitativo, a qual se concretizou na elaboração e aplicação de um questionário, visando o levantamento e categorização de algumas concepções dos professores, de acordo com os propósitos do estudo já antes explicitados no capítulo de introdução.

### 3.3. O "DESENHO" DA INVESTIGAÇÃO

#### 3.3.1. Construção e desenvolvimento do questionário utilizado

##### a) A concepção

Na concepção do instrumento utilizado para este estudo quantitativo de índole exploratória, junto de professores de ciências, foram tidos em atenção alguns requisitos essenciais a esta técnica de recolha de dados: as instruções para o seu preenchimento, o tipo de resposta, o conteúdo e a estrutura do questionário. Assim, e logo após a folha-capa, houve a preocupação de elaborar um curto mas esclarecedor texto que sintetizasse a amostra desta investigação, os objectivos da mesma, a contextualização conceptual, a estrutura do questionário e a forma de resposta às várias questões.

Uma vez que o presente estudo entra em campos tão diversos como a organização curricular, as metodologias de ensino-aprendizagem em ciências, em geral, e a orientação CTS, em particular (ver Anexo 1), teve de se encontrar uma solução realística para não alongar a duração da resposta dos respondentes, e mesmo evitar uma eventual recusa ao seu preenchimento. A forma encontrada como satisfatória concretizou-se numa escala de um a sete, aproximando-se da proposta de Rodrigo, Rodríguez e Marrero (1993) para a caracterização e identificação de teorias implícitas dos professores. Deste modo, os professores foram convidados a responder, expressando a sua opinião, para cada uma das questões, nessa escala, onde o número *um* se referia a um grau mínimo, correspondendo à discordância completa com a afirmação ou à menor importância conferida ao tema, e o número *sete* a um grau máximo, significando a plena concordância com a afirmação ou a maior importância atribuída ao tema.

Em relação à "Descrição do professor", para além de dados genéricos (escola, localidade, idade e disciplinas que lecciona), foi solicitado ao respondente a indicação do sexo, do tempo de serviço e do grupo disciplinar, elementos fundamentais para se proceder a uma análise e discussão mais aprofundada dos dados e resultados obtidos.

No que se refere aos 59 itens que integraram o questionário, estes distribuíram-se por duas partes: a *Parte A* incluiu oito grupos de questões que visavam o levantamento de algumas concepções sobre o currículo de ciências

(extensão do currículo e sua uniformidade, importância a atribuir a algumas componentes do currículo, finalidades do ensino em ciências) e de algumas práticas lectivas mais valorizadas (concretamente, sobre as metodologias, a organização e a comunicação na aula, as actividades e a documentação mais utilizada); a *Parte B*, distinta da primeira, visou o levantamento de opiniões concretas sobre o ensino CTS, tendo-se optado por partir de uma situação de sala de aula, a propósito de uma unidade de ensino da disciplina de Ciências Naturais do 8º ano, "O rim e o equilíbrio do organismo". Depois da advertência de que as questões desta parte do questionário não iriam incidir sobre aquela situação concreta, mas sobre as ideias que lhe estavam subjacentes, foram apresentados sete grupos de afirmações, que contemplaram os objectivos, as potencialidades, as limitações e as formas de concretização do ensino CTS, terminando com o levantamento quantitativo da dinamização de actividades CTS nas aulas de ciências.

A sugestão para a natureza descritiva destas questões e mesmo de algumas questões que integraram a primeira parte do questionário foi encontrada num questionário de Gil et al. (1991). O conteúdo das questões foi, em larga medida, a projecção das inúmeras leituras efectuadas a propósito dos temas questionados, assumindo-se, obviamente, que os professores envolvidos na investigação possuem concepções e práticas próprias relacionados com os aspectos que se pretendem investigar, e que essas concepções e práticas são passíveis de identificação com o questionário utilizado.

#### b) A validação

O questionário inicialmente elaborado foi avaliado e testado antes de ser entregue aos professores (pessoalmente ou pelo correio), seguindo de perto os procedimentos utilizados numa investigação de Bybee e Mau (1986). Assim, as questões foram validadas de forma independente por um *painel de dois especialistas* em educação em ciências, um com o grau de Doutor e outro com o de Mestre. Também de forma independente, um *outro painel mais vasto*, composto por seis professores de ciências (dois do 4º grupo do 2º ciclo do ensino básico e quatro do 11ºB grupo do 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário), foi convidado a opinar sobre o questionário. Com esta avaliação pretendeu-se, essencialmente, dar relevo aos aspectos mais relacionados com o conteúdo propriamente dito, muito embora várias outras críticas e sugestões tivessem sido aproveitadas, como alguns

aspectos relacionados com o texto, o posicionamento das questões, a estrutura e a extensão do questionário.

A revisão do questionário teve ainda em conta as críticas e sugestões adiantadas por dois outros professores *especialistas em informática*, visando esta avaliação os pormenores do "design" do instrumento.

Depois destas duas revisões, houve lugar ainda a um *estudo piloto*, tendo, para isso, o questionário sido entregue a seis professores de ciências, dos três grupos disciplinares (dois do 4º grupo do 2º ciclo do ensino básico; um do 4ºA e três do 11ºB, do 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário) sobre os quais se viria a constituir a amostra da investigação.

Do resultado dessas avaliações, revisões e testagem de campo resultou a versão do questionário final que se apresenta no Anexo 1.

### 3.3.2. Delimitação do "universo" da investigação

O universo deste levantamento são os(as) professores(as) portugueses(as) que leccionam disciplinas de ciências físico-naturais: Ciências da Natureza, Ciências Naturais, Ciências da Terra e da Vida, Biologia, Geologia, Ciências Físico-Químicas, Física e Química, e Técnicas Laboratoriais de Biologia, de Química e de Física. Estes(as) professores(as) distribuem-se, assim, por três níveis de ensino (o 2º e o 3º ciclos do ensino básico e o ensino secundário), fazendo parte de três grupos disciplinares: cerca de 6000 professores do 4º grupo do 2º ciclo; cerca de 5000 professores do 4º grupo (A e B); e também, cerca de 5000 professores do 11º grupo B (do 3º ciclo e do ensino secundário) (ME, 1997b). Desta forma, do universo lato desta investigação fazem parte os professores que leccionam nas escolas básicas 2º+3º ciclo e nas escolas secundárias, embora saibamos que, nalguns casos, tais designações não correspondem inteiramente ao tipo de ensino que praticam.

Uma selecção mais restrita deste universo foi necessária para estabelecer a "amostra bruta" desta investigação, a qual obedeceu aos critérios que passamos a descrever:

a) professores pertencentes à Área Educativa da Lezíria e Médio Tejo, uma das áreas educativas da Direcção Regional de Educação de Lisboa (DREL);

b) dentro desta área educativa, a amostra incluiu os professores das escolas de alguns concelhos: Tomar, Ferreira do Zêzere, Ourém, Torres Novas, Entroncamento, Vila Nova da Barquinha, Constância, Abrantes, Golegã e Alcanena (Anexo 3, mapa do CAE da Lezíria e Médio Tejo);

c) houve a preocupação de que todas as escolas do 2º+3º ciclo e secundárias dos mencionados concelhos fossem contempladas com o questionário; para tal, tornou-se necessário estabelecer, previamente, contactos telefónicos com os órgãos de gestão de todas elas, não só para indagação do número de professores dos diferentes grupos disciplinares, mas também para formulação do pedido de autorização para aplicação do questionário. Deste modo, em cada uma das escolas, todos os professores dos referidos grupos disciplinares foram convidados a responder (Anexo 4);

d) por último, pretendendo-se uma certa corência geográfica, é possível confirmar que os professores seleccionados se encontram na área de influência dos seguintes Centros de Formação de Professores: C.F.P. das Escolas de Tomar e Ferreira do Zêzere; C.F.P. do concelho de Ourém; C.F. de Torres Novas e Golegã; Abranfoco (C.F.P. de Abrantes, Vila de Rei e Sardoal); C.F. dos concelhos de Chamusca, Entroncamento e Vila Nova da Barquinha; e CENFORMAÇÃO (Centro de Formação Contínua de Alcanena).

Este estudo acabou, assim, por envolver um total de 181 professores, distribuídos por três grupos disciplinares: 35 do 4º grupo do 2º ciclo; 73 do 4º grupo A e B e 73 do 11º grupo B do 3º ciclo e do ensino secundário (Anexo 5).

### **3.3.3. A amostra**

Apesar do número relativamente elevado de questionários enviados para as escolas seleccionadas e para todos os respectivos professores de ciências (347), no global, o número de respostas recebidas (N=181) pouco ultrapassou metade dos professores (Quadro 1). Algumas razões poderemos apontar, capazes de justificar, pelo menos em parte, este facto: números de professores incorrectamente fornecidos pelas escolas (como se constatou em algumas situações); alguma saturação face a

solicitações constantes para o preenchimento de outros questionários que se tem verificado nesta área geográfica, particularmente em resultado do funcionamento de CESE's nas Escolas Superiores de Educação de Santarém e de Leiria; alguma ineficácia (ou menor comprometimento) por parte dos delegados de grupo, aos quais foi pedida colaboração na distribuição e recolha dos questionários; e outras razões relacionadas com a falta de tempo e de vontade para colaborar, uma vez que nem sempre se consegue fazer chegar a mensagem da utilidade deste tipo de estudos, para os professores e para o ensino, em geral.

#### Quadro 1

*Os questionários distribuídos e os questionários recebidos.*

Grupo disciplinar	Questionários distribuídos	Questionários recebidos	% de respostas
<b>4º grupo (2º ciclo)</b>	100	35	35,0%
4º A	116	59	50,8%
4º B	17	14	82,3%
11º B	114	73	64,0%
<i>Totais</i>	<i>347</i>	<i>181</i>	<i>52,1%</i>

Apresentamos, de seguida, alguns dados que nos ajudam a caracterizar a amostra (N=181 professores).

#### a) As idades dos inquiridos

#### Quadro 2

*Distribuição das idades dos inquiridos por escalões etários e por grupos disciplinares.*

Escalões etários	Grupos			Amostra	%
	4º grupo (2º ciclo)	4ºA+4B grupos	11ºB grupo		
20-30	9	29	27	65	35,9%
31-40	10	25	28	63	34,8%
41-50	10	12	9	31	17,1%
51-60	5	6	3	14	7,7%
61-70	0	0	1	1	0,6%
<i>Não resp.</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>3,9%</i>

No Quadro 2 e nas Figuras 1 e 2 poderemos verificar que cerca de 70% dos professores respondentes se distribuem por idades compreendidas entre os 20 e os 40 anos, correspondendo isso a uma amostra relativamente jovem.

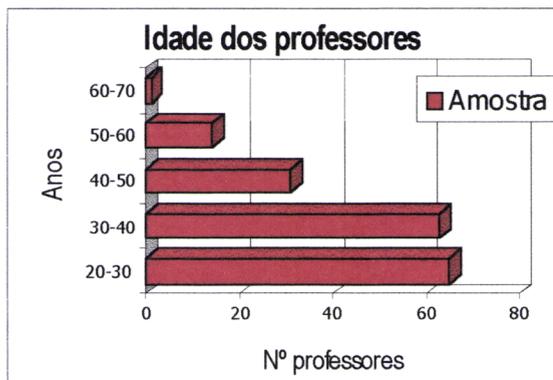


Figura 1. Escalões etários dos professores da amostra.

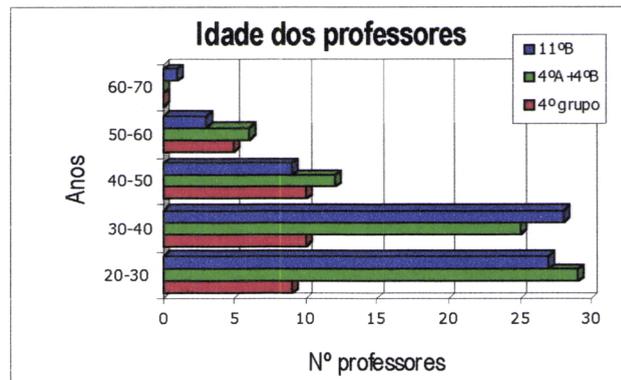


Figura 2. Escalões etários dos professores, por grupo disciplinar.

### b) O tempo de serviço

A juventude da amostra aparece também reflectida quando se analisa a distribuição do tempo de serviço dos professores por escalões (Quadro 3 e Figuras 3 e 4).

#### Quadro 3

*O tempo de serviço dos professores da amostra.*

Tempo de serviço (anos)	Grupos			Amostra	%
	4º (2º ciclo)	4ºA+ 4ºB	11º B		
0-5	10	27	27	64	35,4%
6-10	3	16	12	31	17,1%
11-15	8	11	14	33	18,2%
16-20	3	3	4	10	5,5%
21-25	7	10	7	24	13,3%
26-30	4	3	1	8	4,4%
31-35	0	1	1	2	1,1%
<i>Não resp.</i>	0	2	7	9	4,9%

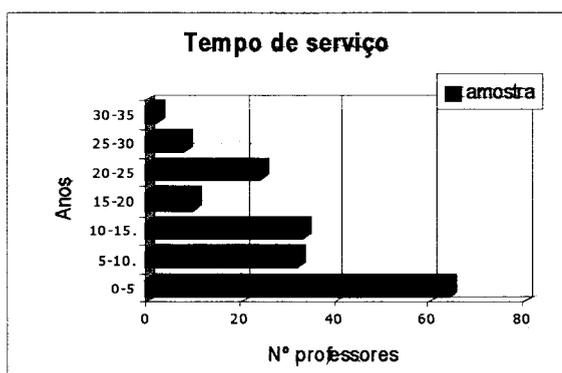


Figura 3. Distribuição dos anos de serviço dos professores da amostra

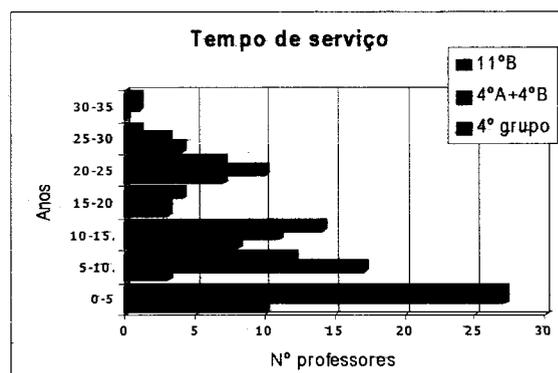


Figura 4. Distribuição dos anos de serviço dos professores por grupo disciplinar.

A comparação das médias de idades e dos anos de serviço docente dos professores dos diferentes grupos disciplinares (Quadro 4) permite-nos reforçar a afirmação feita, a propósito da juventude da amostra.

#### Quadro 4

*Médias e desvios-padrões das idades e do tempo de serviço dos professores da amostra.*

Grupo disciplinar/ Amostra	Dados	Idades (anos)	Tempo de serviço (anos)
4º (2º ciclo)	Média	39,1	13,9
	Desvio-padrão	10,2	8,9
4ºA+4ºB	Média	35,1	10,1
	Desvio-padrão	9,2	8,8
11ºB	Média	34,4	9,8
	Desvio-padrão	8,6	7,7
Amostra	Média	35,6	10,8
	Desvio-padrão	9,3	8,5

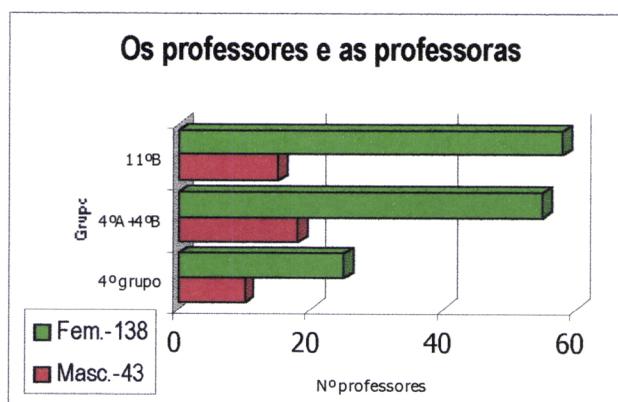
#### c) Distribuição por sexo

A distribuição dos professores de acordo com o sexo encontra-se no Quadro 5 e na Figura 5. Cerca de 3/4 da amostra são professoras, o que parece estar de acordo com o predomínio do sexo feminino na classe docente (ME, 1997b).

## Quadro 5

### *Os professores e as professoras da amostra.*

Grupo disciplinar	Dados	Sexo	
		Masculino	Feminino
4º (2º ciclo)	Nº	10	25
	%	5,5%	13,8%
4º A+4º B	Nº	18	55
	%	9,9%	30,4%
11º B	Nº	15	58
	%	8,3%	32,0%
Amostra	<b>Total</b>	43	138
	%	23,8%	76,3%



*Figura 5 - Os professores e as professoras e os respectivos grupos disciplinares.*

### 3.3.4. Aplicação do questionário

Após a validação do questionário, foram efectuados contactos telefónicos com todos os órgãos de gestão das 23 escolas seleccionadas que contemplavam a amostra potencial da investigação, não só para indagar o número de professores de ciências de cada uma delas, mas também para colocar a direcção das escolas ao corrente do que se pretendia. Após estas autorizações prévias, foram organizados envelopes que continham os seguintes documentos: um ofício dirigido ao Presidente do Conselho Directivo (Anexo 21), formalizando a autorização para aplicação dos

questionários que seguiam em três ou dois outros envelopes já selados (consoante as escolas eram 2+3 ou secundárias), dirigidos aos delegados ou representantes de grupo, com questionários em quantidade suficiente para todos os professores de ciências da escola poderem preencher; por sua vez, cada um destes envelopes continha um outro ofício (Anexo 22), dirigido ao respectivo delegado/representante, esclarecendo-o dos objectivos da investigação, solicitando a sua maior colaboração para o sucesso da mesma, sendo ainda pedido que, após o preenchimento dos questionários (foi sugerido o final de Fevereiro), estes fossem recolhidos e colocados no mesmo envelope, já timbrado e endereçado, por forma a ser devolvido pelo correio. Posteriormente, todo este material viria a ser entregue, pessoalmente, a elementos dos órgãos de gestão de todas as escolas, nos primeiros dias do mês de Fevereiro.

A chegada das respostas iniciou-se em finais de Fevereiro e prolongou-se até ao princípio do mês de Abril, durante o qual se iniciou a compilação e informatização dos dados. No final do mês de Março, dada a falta de respostas de vários grupos disciplinares de várias escolas, havia, entretanto, sido enviado um segundo ofício aos Presidentes dos Conselhos Directivos (Anexo 23), solicitando a sua intervenção junto dos professores delegados/representantes em falta, por forma a incentivar o envio, em tempo útil, dos questionários preenchidos. Nalgumas situações, dado o número significativo de questionários em falta, foi ainda efectuado um segundo contacto telefónico, para recordar a necessidade e a urgência das respostas dos professores. Só com todas estas insistências foi possível obter uma amostra efectiva que, embora razoável, dista consideravelmente do número de questionários que haviam sido distribuídos.

### **3.4. ORGANIZAÇÃO DOS DADOS**

A compilação dos dados foi feita em "folha de cálculo", tendo sido utilizado, para o efeito, um programa que funcionasse em ambiente WINDOWS, o Microsoft EXCEL, versão 4.0. A "folha de cálculo" foi organizada na horizontal, tendo aí sido introduzidos os dados dos 181 professores da amostra - os dados biográficos de cada respondente (número na amostra, grupo disciplinar, sexo, idade e tempo de serviço docente) e as opções de resposta para cada questão, seleccionadas na já

referida escala de 1 a 7.

De seguida, e para cada um desses itens, foram construídos quadros e gráficos (alguns dos quais já incluídos no texto) referentes aos indicadores estatísticos considerados relevantes para uma futura discussão dos dados e resultados.

A base de dados assim organizada foi introduzida no STATVIEW II (TM), ambiente Macintosh. Com a ajuda desse suporte estatístico informático, foram então realizadas *análises de variância unidimensionais e bifactoriais*, para detectar eventuais diferenças significativas entre as médias de opiniões dos professores da amostra de diferentes grupos disciplinares (4º do 2º ciclo; 4ºA+4ºB e 11ºB do 3º ciclo e do ensino secundário), e com distintos anos de serviço docente. A análise de variância constitui uma potente técnica estatística de grande utilidade e crescente utilização na avaliação da significância da diferença entre as médias de vários grupos simples escolhidos ao acaso (D'Hainaut 1975/90).

Por razões que se prendem com a análise do impacte diferenciado das diferentes questões nos professores com diferentes tempos de serviço, foram organizados quatro grupos de professores correspondentes a quatro escalões de tempo de serviço: de 1 a 3 anos (escalão A- 40 professores), coincidindo, em regra, com os primeiros anos de ingresso na carreira docente; de 4 a 6 anos (escalão B- 36 professores), correspondente ao período considerado por alguns autores (ex. Huberman, 1992) como o período de "estabilização" e de consolidação de um reportório pedagógico; de 7 a 15 anos de serviço (escalão C- 50 professores), encontrando-se aqui os professores a que a bibliografia atribui a vivência de um período de "diversificação"; e, ainda, um quarto escalão (escalão D- mais de 16 anos de tempo de serviço), correspondente a professores no período de "questionamento".

Por último, foi efectuado um estudo das tendências de pensamento e de actuação dos professores questionados ("modelos de professores"), no que se refere ao currículo de ciências e das metodologias de ensino utilizadas, não só com o intuito do levantamento do número de professores correspondentes a tais modelos, mas também para encontrar eventuais relações com as suas concepções e práticas do ensino CTS. Apresentam-se, de seguida, os critérios utilizados para a definição do "modelo de professor", para cada um dos 181 participantes na investigação, tendo em conta o sistema de categorias a que antes fizemos referência:

■ Esta análise foi efectuada, fundamentalmente, a partir dos graus mais elevados de concordância face a cada uma das afirmações do questionário (graus cinco, seis e sete, da escala de resposta); desta forma, não foi considerada a opinião central da escala (posição quatro) e as opiniões correspondentes a graus de discordância para com o afirmado (um, dois ou três), servindo estas para detecção de incoerências de resposta.

■ Algumas das afirmações relativas a determinada questão referem-se a tipos determinados de professores (ex: uma opinião favorável à Questão 5.1 refere-se ao professor tradicional).

■ Outras afirmações não são exclusivas de um modelo de professor, sendo possível, portanto, relacioná-las como outros modelos (ex: uma opinião favorável à Questão 2.2. é adequada a professores dos tipos "artesão", "descobridor" e "construtivista").

■ Com esse procedimento, para cada uma das questões do questionário foram encontrados os modelos de professor com os quais o respondente mais se identificaria (ex: o professor número 48 tem uma opinião "tradicional" para a Questão 1, mas pensa como "artesão", "descobridor" e "construtivista" no que se refere à Questão 2 da parte A do questionário).

■ Para as questões com afirmações quase exclusivas (ex: Questão 4) não foram consideradas as incoerências de respostas (ex: elevado grau de concordância para com as afirmações 4.1 e 4.2).

■ De igual modo, não foram consideradas as opiniões desfavoráveis para a totalidade das afirmações de uma questão, por não ser possível inferir o tipo de pensamento privilegiado pelo professor (ex: selecção do grau dois da escala para todas as afirmações da Questão 7).

■ Por último, e depois de efectuadas as eventuais correspondências questão - "modelo de professor", foi inferida a *tendência* de pensamento e de actuação para cada um dos professores. Nalguns casos, esta categorização foi fácil dada a aparente predominância de um modelo de professor em todas as questões (ex: professor 24-modelo activista); noutros casos, porém, a categorização do professor tornou-se particularmente complexa, quando, para muitas das questões, coexistiam vários

modelos de professores (ex: professor número 40- modelo activista, descobridor ou construtivista?).

Todo esse manancial de indicadores estatísticos servirá de suporte à discussão a que, de seguida, iremos proceder no próximo capítulo.

# **CAPÍTULO 4**

## **RESULTADOS**

Como atrás fizemos referência, o estudo empírico que desenvolvemos e de que agora apresentamos os principais resultados, tinha essencialmente como grande objectivo o levantamento de algumas das principais concepções curriculares e metodológicas dos professores de ciências, assim como verificar o seu posicionamento perante a perspectiva de ensino conhecida por "ensino CTS". Por razões de organização dos resultados, faremos, separadamente, tal levantamento, procurando, posteriormente, estabelecer eventuais relações entre os "modelos epistemológico-didácticos" dos professores e as suas respectivas concepções e práticas do ensino CTS.

#### 4.1. Concepções curriculares e metodológicas dos professores

Embora correndo o risco de uma análise exaustiva, que procuraremos todavia atenuar, julgamos importante uma breve descrição dos resultados neste âmbito, questão a questão, na tentativa de uma melhor caracterização das opiniões dos professores. De igual modo, sempre que tal se julgue necessário, iremos salientar as diferenças encontradas nas médias das opiniões dos professores, tendo em conta os diferentes grupos disciplinares e o tempo de serviço docente (escalões 1-3 anos; 4-6 anos; 7-15; e mais de 16 anos, de acordo com o critério atrás justificado), tendo para o efeito sido utilizado o método de *análise da variância (ANOVA)* unidimensional e bifactorial (Bryman e Cramer, 1993).

Para avaliar se as diferenças entre as médias das diferentes amostras de dados eram ou não *significativas* (devidas a uma causa sistemática ou ao acaso), foi utilizado o *teste F* de Snédecor (que serve de suporte à análise de variância), tendo sido adoptada a *regra arbitrária de Fisher*.

Entendemos, também, que seria uma boa opção o tratamento conjunto dos resultados dos professores do 4º grupo A e do 4º grupo B: por um lado, devido à aproximação das disciplinas leccionadas por estes professores; por outro lado, dada a fraca representatividade dos elementos do grupo B na amostra global (apenas 14).

---

**Regra arbitrária de Fisher:** se houver mais de 5% de probabilidades de a diferença observada ser devida ao acaso, a diferença diz-se *não significativa* (N.S.) (embora se possa considerar *pouco significativa* se tiver entre 5% e 10% de possibilidades de ser devida ao acaso); se a diferença observada tiver mais de 1% de possibilidades (mas menos que 5%) de ser devida ao acaso, a diferença diz-se *significativa* (S.); a diferença será *muito significativa* (M.S.) se a diferença observada tiver 1% de possibilidade (ou menos) de ser devida ao acaso (DHainaut, 1990).

### Questão 1- Sobre a extensão do currículo e a carga horária.

No que se refere à *adaptação do currículo ao tempo disponível*, os resultados parecem apontar para uma relativa dispersão de posições, tal como o atestam as médias e os desvios-padrões presentes no Anexo 6. Parece existir alguma tendência para o assumir do *currículo como uma listagem de temas*, particularmente dos assuntos que servirão de suporte para futuros estudos superiores (Questão 1.2 - Figura 7); prova de tal é a incapacidade da amostra se definir em tendência, quando convidada a opinar sobre uma selecção de temas para o tempo disponível, sem pretender abordar tudo o que é importante (Questão 1.1 - Figura 6).

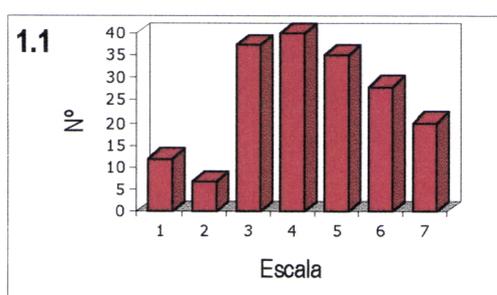


Fig. 6

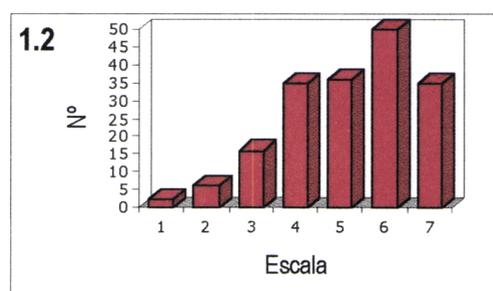


Fig. 7

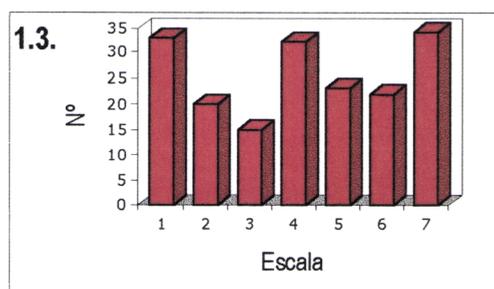


Fig. 8

Figuras 6, 7 e 8- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 1.1 (*selecção de temas para o tempo disponível*), 1.2 (*o currículo como listagem de temas*) e 1.3 (*o aumento da actual carga horária*).

De igual modo, no que se refere ao *aumento da actual carga horária* para um correcto desenvolvimento dos programas das disciplinas de ciências (Questão 1.3), também foi verificada uma grande dispersão de opiniões (Figura 8), como o atestam os elevados desvios-padrões associados, pelo que tal pretensão não parece ser consensual. Muito particularmente, foi detectada uma diferença muito significativa de opinião dos professores com mais de 16 anos de serviço docente em relação a

outros professores ( $p=0,006$ ), o que se poderá explicar pela maior experiência de tais professores na gestão do programa.

Quanto às posições dos professores dos diferentes grupos disciplinares, a comparação dos dados não evidencia diferenças estatísticas apreciáveis, encontrando-se todos eles dentro do mesmo tipo de tendência. No entanto, refira-se a posição de dois professores do 4º grupo do 2º ciclo que, com toda a pertinência, salientaram, na parte do questionário destinada a "Sugestões e comentários", que a posição nesta e em outras questões poderia ter respostas algo diferentes, consoante o nível de ensino tido como referencial (o ensino básico ou o ensino secundário); daqui a precaução a ter com a interpretação destes resultados.

### ***Questão 2- Sobre a uniformidade dos programas de ciências.***

As três opções que foram colocadas aos professores relativamente ao grau de liberdade de que o professor deveria dispor para lidar com o programa disciplinar variavam desde o seu cumprimento uniforme, por todas as escolas e professores do país (Questão 2.1), até à máxima autonomia para o estabelecimento local do programa, de acordo com algumas recomendações básicas (Questão 2.3). É possível verificar, através da distribuição gráfica dos itens da escala nas três questões deste grupo (Anexo 7), que, de uma forma geral, os professores evidenciam uma clara abertura para a *introdução de temas locais com interesse para os alunos*, leccionados de forma facultativa ou optativa (Questão 2.2 - Figura 10), sendo os professores de ciências do 2º ciclo os que mais destacaram esta opinião. Há, todavia, que encarar esta conclusão sob reservas, dada a reduzida dimensão da amostra destes professores.

De igual modo, também se verifica que os professores continuam a manifestar a sua preferência pela obediência ao *programa nacional único* (Questão 2.1 - Figura 9) e, de alguma forma, não tendem a favorecer uma total liberdade para o estabelecimento local do programa (Questão 2.3 - Figura 11).

A comparação entre grupos disciplinares, através da análise da variância, permitiu detectar algumas diferenças estatísticas. Assim, na Questão 2.2 (*inclusão no currículo de matérias facultativas ou optativas com interesse para os alunos*), pareceram emergir diferenças bastante significativas entre os respondentes do 4º grupo do 2º ciclo e os dos grupos 4ºA/B ( $p=0,001$ ), e entre estes últimos e os do

11ºB: se a primeira diferença se entende, dado o nível de escolaridade de leccionação dos dois grupos ser distinto, já para a segunda diferença devem existir outros factores a afectar as respostas, uma vez que ambos são grupos de professores que leccionam o mesmo nível de escolaridade.

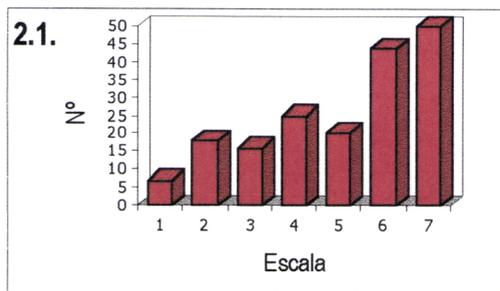


Fig. 9

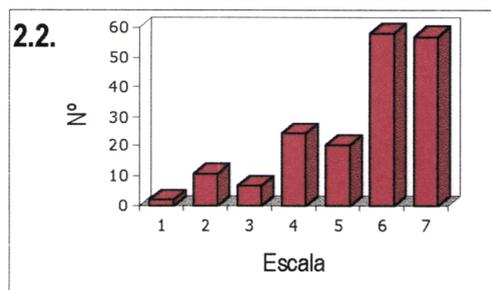


Fig. 10

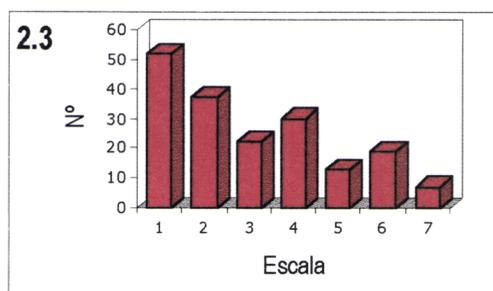


Fig. 11

*Figuras 9, 10 e 11- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 2.1 (cumprimento do programa por todas as escolas), 2.2 (inclusão de matérias facultativas ou optativas no programa) e 2.3 (autonomia para o estabelecimento local do programa).*

Quanto à Questão 2.3 (*total liberdade para o estabelecimento local do programa, de acordo com algumas recomendações básicas*), de uma forma geral, parece existir fraca adesão dos professores para com esta modalidade de estabelecimento dos programas. Foram registadas diferenças significativas entre as respostas dos professores dos grupos 4ºA/B e 11ºB, o que, de imediato, não se entende. Porém, o mesmo já não se pode dizer das diferenças significativas encontradas entre as respostas dos professores do 2º ciclo e do 11ºB, uma vez que os professores do 2º ciclo são os que mais favoravelmente se declaram a favor da introdução de outros temas, para além dos considerados comuns (Questão 2.2 - Figura 10), enquanto que os professores do 11º B estão mais preocupados com as exigências próprias dos conteúdos científicos obrigatórios, definidos no programa nacional (Anexo 7).

**Questão 3- Sobre a importância a atribuir às diversas componentes do currículo de ciências.**

Este grupo de questões foi propositadamente inserido no questionário para avaliação da atenção ou do interesse dos professores para outros assuntos que podem ser tratados nas aulas de ciências, muito para além dos conteúdos habituais de ciências, em si mesmos (Anexo 8). Estes continuam a ter o relevo que a tradição lhes tem conferido, embora no caso dos professores do 2º ciclo o grau de importância a atribuir ao "corpo da ciência" (Questão 3.1) não seja tão evidente como nos restantes professores (Figura 12).

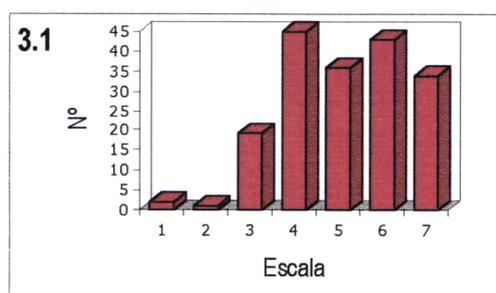


Fig. 12

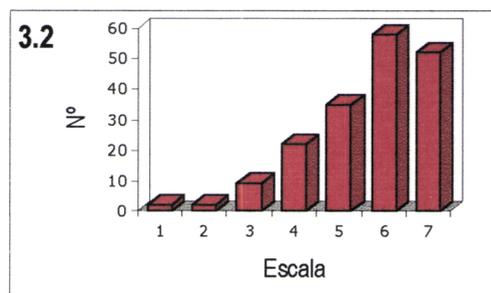


Fig. 13

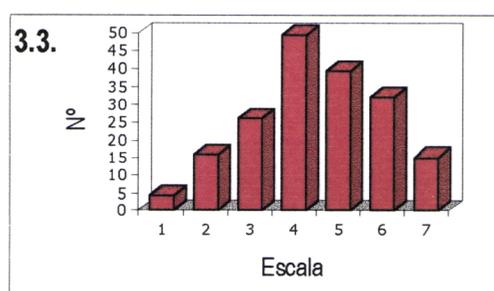


Fig. 14

*Figuras 12, 13 e 14- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 3.1 (corpo de conhecimentos da ciência estudada), 3.2 (procedimentos instrumentais e métodos de trabalho dos cientistas) e 3.3 (temas da "história da ciência").*

Curiosa é a tendência marcadamente favorável para o uso de *instrumentos e a montagem de dispositivos* e a preocupação dos professores em fazer chegar aos alunos alguns dos *métodos de abordagem de problemas usados pelos cientistas* (Questão 3.2- Figura 13). Como veremos, estes resultados parecem ser reafirmados e reforçados pela grande importância que os professores atribuem às actividades práticas laboratoriais. A análise de variância detectou, porém, diferenças

significativas entre os professores mais jovens (1 a 3 anos de docência) e os professores com mais experiência, o que parece indiciar que os professores mais experientes são, supostamente, os que procuram que nas suas aulas estejam presentes as actividades laboratoriais e uma certa prática científica de índole experimental. O mesmo já não se pode afirmar quanto à importância que os professores atribuem aos temas da "história da ciência" (Questão 3.3 - Figura 14), verificando-se aí uma certa dispersão de opiniões.

No que se refere a *questões epistemológicas* (Questão 3.4 - Figura 15), a escolha dos professores tende a favorecer tais assuntos, o que também parece acontecer com a *exploração de temas ou situações que favoreçam um tratamento interdisciplinar* (Questão 3.5 - Figura 16).

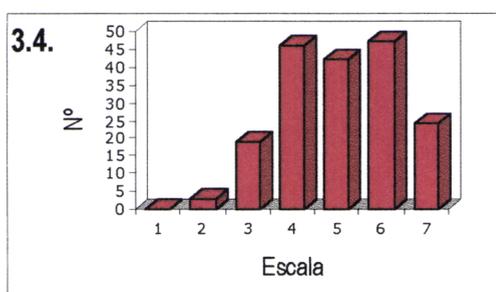


Fig. 15

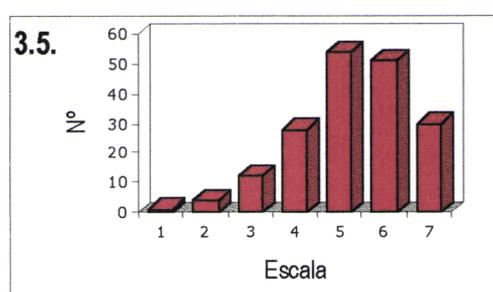


Fig. 16

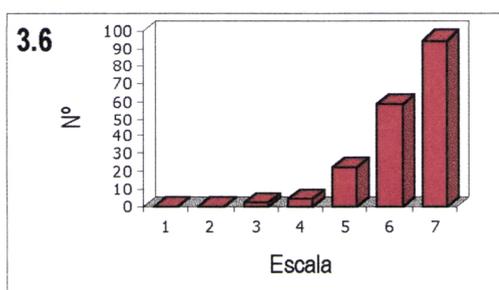


Fig. 17

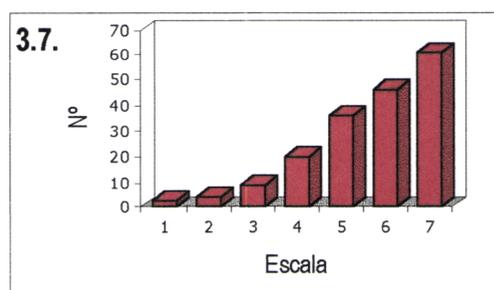


Fig. 18

*Figuras 15, 16, 17 e 18*- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 3.4 (*questões epistemológicas*), 3.5 (*temas interdisciplinares*), 3.6 (*temas sociais*) e 3.7 (*desenvolvimento de atitudes*).

Quanto à *exploração de questões sociais*, relacionadas com o quotidiano do aluno (Questão 3.6), as respostas dos professores são-lhe marcadamente favoráveis (Figura 17), o que parece estar de acordo com as respostas dadas anteriormente à Questão 2.2., no que se refere à inclusão de temas regionais e locais no currículo, de acordo com os interesses e os contextos dos alunos.

Por último, os professores parecem atribuir grande importância ao *desenvolvimento de atitudes* (Questão 3.7 - Figura 18), quer para com a própria ciência, quer para com o ensino-aprendizagem da ciência. A ênfase desta componente do currículo das ciências é particularmente assumida pelos professores do 2º ciclo, tendo a análise de variância detectado diferenças significativas entre o grupo correspondente e o 4ºA/B ( $p=0,011$ ). Ainda a esse respeito, e por razões que não conseguimos explicar com a informação disponível, a mesma análise de variância detectou, também, diferenças significativas entre as respostas dos professores dos grupos 4ºA/B e 11ºB.

#### **Questão 4- Sobre as finalidades do ensino das ciências.**

No que se refere às finalidades do ensino das ciências (Anexo 9), uma parte significativa da amostra entende que *o ensino das ciências deve visar, sobretudo, os conteúdos conceptuais e procedimentais da disciplina que lecciona* (Questão 4.1 - Figura 19). Todavia, quando interrogados sobre a necessidade da *abordagem de assuntos que sejam, no imediato, úteis aos alunos* (Questão 4.2), uma percentagem considerável de professores pronunciou-se, também, declaradamente favorável a esta finalidade (Figura 20). Não será, contudo, de estranhar esta última posição, uma vez que, na Questão 3.6 (Figura 17), a esmagadora maioria dos professores atribui grande importância ao tratamento de fenómenos ou problemas do quotidiano, associados à ciência estudada.

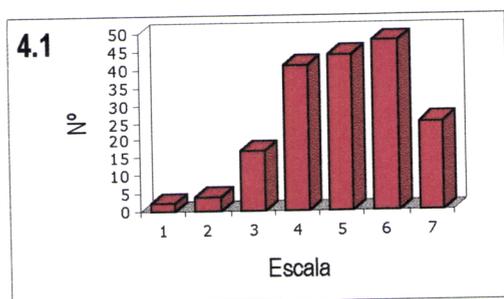


Fig. 19

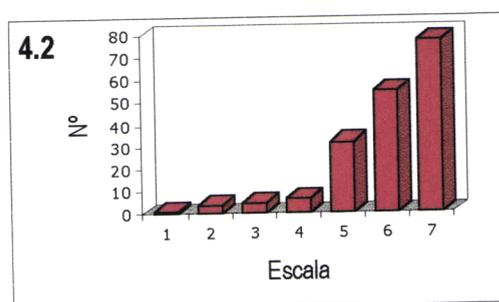


Fig. 20

*Figuras 19 e 20- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 4.1 (os conhecimentos e competências da ciência estudada como finalidades do ensino das ciências) e 4.2 (o tratamento de temas sociais como finalidade do ensino das ciências).*

### Questão 5 - Sobre as metodologias de ensino, a organização e a comunicação na aula de ciências.

Neste grupo de questões, inclui-se como que um "concentrado" de aspectos, muito em resultado de um compromisso para atenuar a extensão do questionário. Assim, em geral, os professores dispersam-se quanto às diferentes posturas que se podem assumir na sala de aula (Anexo 10). No que se refere ao tradicional *método magistral*, não há unanimidade de opinião, quer na sua postura mais ortodoxa (Questão 5.1 - Figura 21), quer na variante, hoje mais habitual, baseada no *intercalar das exposições do professor com interpelações aos alunos*, por forma a avaliar a sua atenção e a eficácia da aprendizagem (Questão 5.2 - Figura 22).

Ainda no respeitante ao método magistral, pudémos constatar diferenças significativas entre os professores com mais de 16 anos de docência e os seus colegas, não sendo isso de estranhar, atendendo ao "peso" que as técnicas expositivas têm tido no nosso ensino. Quanto à exposição intercalada com o questionamento do aluno (Questão 5.2), as respostas dos professores do 4ºA/B, veiculando opiniões tendencialmente mais favoráveis, distinguem-se significativamente ( $p=0,012$ ) dos colegas dos outros grupos, por razões que não conseguimos explicar com a informação disponível.

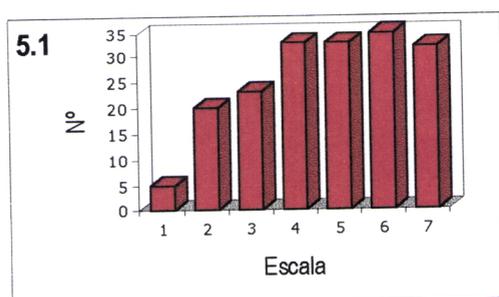


Fig. 21

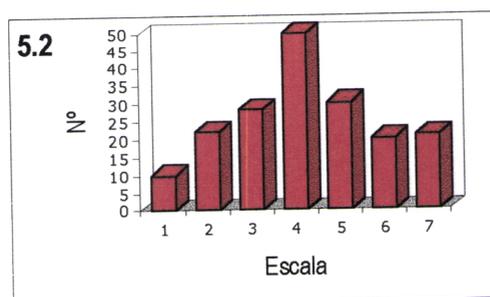


Fig. 22

Figuras 21 e 22- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 5.1 (*método magistral*) e 5.2 (*exposição do professor intercalada com interpelações aos alunos*).

Curioso é a tendência bastante favorável com que os professores se referem à implementação de *metodologias activas* (Questão 5.3 - Figura 23), tendo sido detectadas diferenças significativas nas respostas dos professores de 4 a 6 anos de docência, em relação aos outros colegas. Uma explicação para estas diferenças

talvez a possamos encontrar no início da diversificação de estratégias que costuma caracterizar o professor nesta fase da sua carreira.

Quanto à *concretização livre de projectos de longa duração por parte dos alunos*, a opinião da amostra global encontra-se bastante difusa (Figura 24), sendo de supor que o professor parece gostar de dirigir as actividades que, supostamente, previamente planificou. Aliás, esta opinião aparece reforçada nas respostas à Questão 5.5, a propósito da *prática de pequenas investigações dirigidas pelo professor* (Figura 25).

Por outro lado, não poderemos deixar de realçar a preocupação dos professores para com as *actividades dirigidas à construção dos conhecimentos*, através, nomeadamente, da confrontação com conhecimentos prévios (Figura 25).

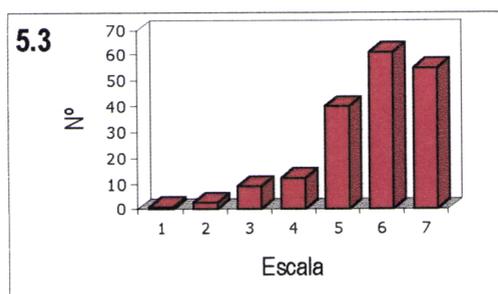


Fig. 23

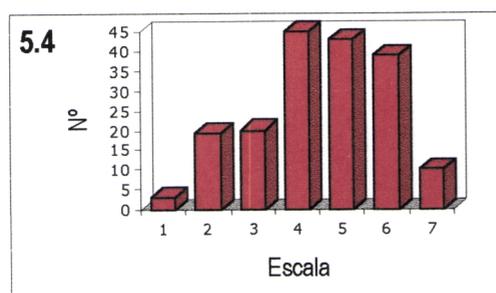


Fig. 24

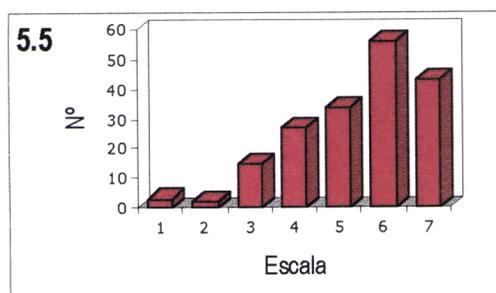


Fig. 25

*Figuras 23, 24 e 25- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 5.3 (metodologias activas), 5.4 (concretização livre de projectos de longa duração) e 5.5 (pequenas investigações dirigidas pelo professor e as concepções do aluno).*

### Questão 6 - Sobre as actividades de ensino-aprendizagem em ciências.

Em relação às actividades que poderão ser dinamizadas nas aulas de ciências, decidimos averiguar da opinião dos professores relativamente àquelas de que mais habitualmente se fala: as actividades experimentais, a resolução de exercícios e a resolução de problemas (Anexo 11). De um modo geral, os professores questionados parecem evidenciar grande interesse pelas *actividades experimentais*, qualquer que seja a forma da sua inclusão: quando prevista na planificação, como ilustração e comprovação da explicação teórica (Questão 6.1 - Figura 26); para reforçar a explicação do professor (Questão 6.2- Figura 27); ou, ainda, como fio condutor da aula (Questão 6.3 - Figura 28).

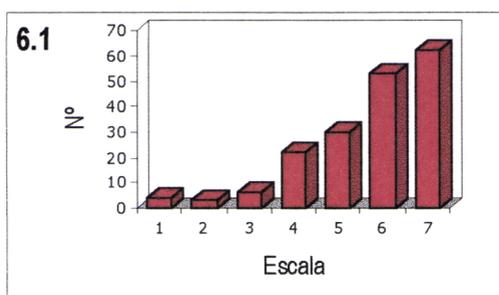


Fig. 26

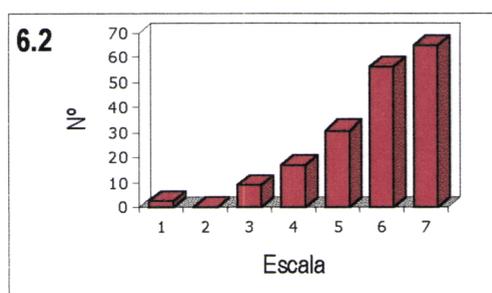


Fig. 27

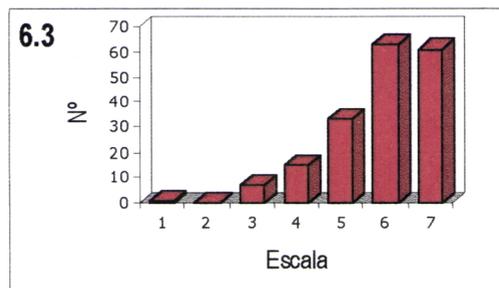


Fig. 28

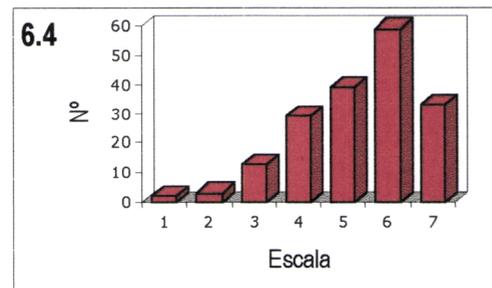


Fig. 29

*Figuras 26, 27, 28 e 29- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 6.1 (actividades experimentais previstas na planificação, segundo protocolo experimental), 6.2 (actividades experimentais como reforço da explicação do professor), 6.3 (actividades práticas seleccionadas pelo aluno, como fio condutor da aula) e 6.4 (actividades práticas e experimentais seleccionadas e dirigidas pelo professor).*

Pensando, agora, nos proponentes das actividades experimentais, a interpretação dos resultados deixa uma dúvida difícil de dissipar: é que, por um

lado, os professores parecem aceitar o facto de ser o aluno a seleccionar e promover as suas próprias experiências (Questão 6.3 - Figura 28); mas, por outro lado, também concordam que essas mesmas experiências deveriam ser seleccionadas e dirigidas pelo professor (Questão 6.4 - Figura 29). Nesta circunstância, ou os professores verificam validade nestas duas formas de iniciativa das actividades práticas, ou então a mensagem da segunda parte da Questão 6.3 poderá ter escapado a muitos professores. Este é um dos aspectos que mereceria atenção numa próxima investigação.

Quanto às outras actividades questionadas, a "*resolução de exercícios*" (Questão 6.5) e a "*resolução de problemas*" (Questão 6.6), verifica-se uma tendência bastante favorável face à sua dinamização (Figuras 30 e 31): no primeiro caso, porque possibilitam a preparação do aluno para a avaliação imediata (concretizada na realização das provas de avaliação); no segundo caso, pelo desenvolvimento cognitivo que poderão proporcionar. Todavia, uma outra dúvida subsistirá após esta análise: será que todos os respondentes sabem distinguir, correctamente, um "exercício" de um "problema"? É que estes dois termos surgem, muitas vezes, indiscriminadamente mencionados, e quase sempre querendo referir-se aos chamados "exercícios de aplicação da matéria" teórica, aqueles que esmagadoramente surgem nos testes de avaliação escritos.

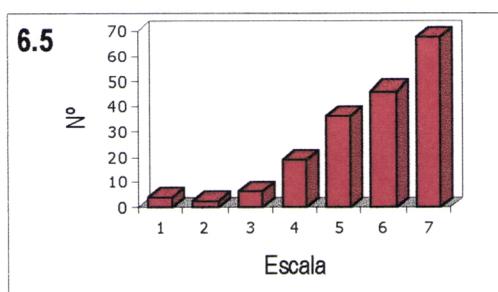


Fig. 30

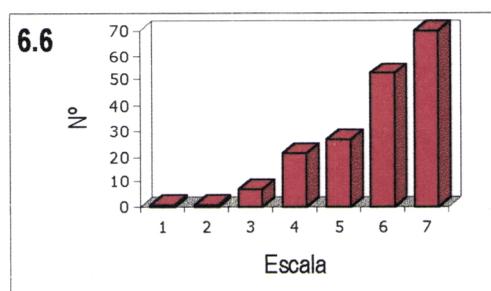


Fig. 31

*Figuras 30 e 31-* As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 6.5 (*resolução de exercícios*) e 6.6 (*resolução de problemas*).

### **Questão 7 - Sobre os recursos utilizados nas aulas de ciências.**

O último bloco de questões da Parte A do questionário pretende ir ao encontro dos recursos materiais privilegiados pelos professores de ciências, nas suas aulas. E os resultados são bem esclarecedores: o *manual escolar* aparenta ser entre

eles o mais utilizado (Questão 7.1 - Figura 32), não só por ser um material comum a todos os alunos, mas também porque nele se podem encontrar fichas de trabalho com exercícios, certamente do mesmo tipo daqueles que os professores irão incluir nas suas provas de avaliação e que os auxiliarão no decurso da sua explicação (Questão 7.3 - Figura 34).

Ainda relativamente aos manuais escolares, parece que os professores se sentem relativamente "satisfeitos" com a qualidade dos mesmos, uma vez que quando se pronunciam sobre a necessidade de elaboração de *textos de apoio*, perante eventuais limitações desses manuais (Questão 7.4 - Figura 35), as suas opiniões dispersam-se pela escala, como o demonstra o elevado desvio-padrão dos grupos disciplinares, da amostra e dos grupos de professores correspondentes aos vários escalões de tempo de serviço docente (Anexo 12).

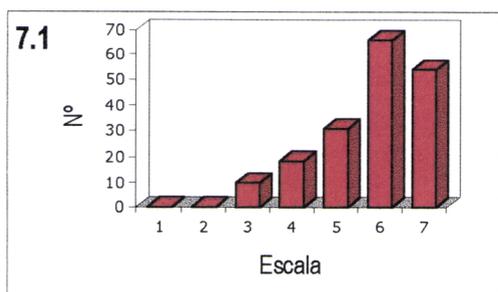


Fig. 32

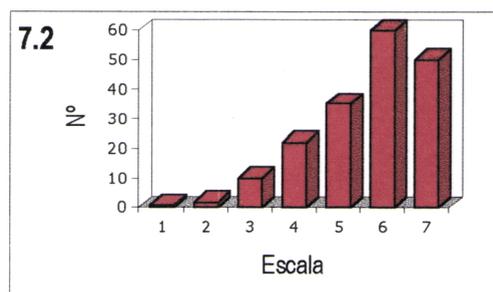


Fig. 33

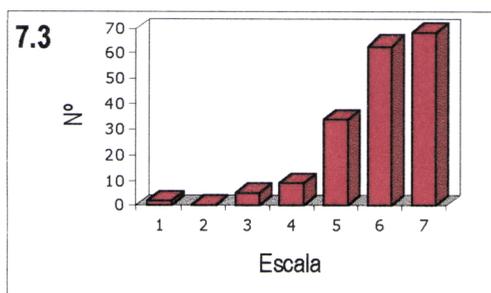


Fig. 34

*Figuras 32, 33 e 34-* As opiniões dos professores, face, respectivamente, às Questões 7.1 (*manual escolar*), 7.2 (*organização de apontamentos pelo aluno*) e 7.3 (*fichas de trabalho*).

O manual escolar não é, porém, o único recurso que os professores de ciências questionados dizem utilizar nas suas aulas: por um lado, os resultados destacam o papel dos *apontamentos das aulas organizados pelos alunos*, como forma de uma boa organização da aprendizagem ou para a ampliação de conhecimentos (Questão 7.2 - Figura 33); por outro lado, a utilização de *fichas de*

*trabalho* (Questão 7.3 - Figura 34) merece, geralmente, realce, embora com menor incidência por parte dos professores do 4º grupo do 2º ciclo; por outro lado, ainda, verificou-se a utilização de uma grande *diversidade de materiais* na aula de ciências (Questão 7.5 - Figura 36), desde o material escrito, aos recursos audiovisuais, ou mesmo outros materiais que poderão desencadear situações de ensino-aprendizagem numa aula de ciências.

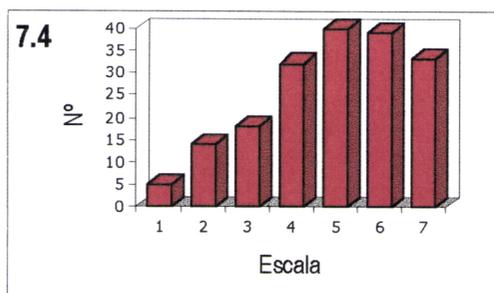


Fig. 35

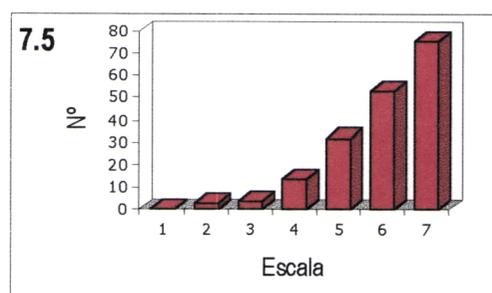


Fig. 36

*Figuras 35 e 36-* As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 7.4 (*textos ou apontamentos adaptados pelo professor*) e 7.5 (*exploração de grande variedade de recursos*).

## 4.2. MODELOS EPISTEMOLÓGICO-DIDÁCTICOS DOS PROFESSORES

Depois de estabelecido o quadro-referência de algumas das concepções curriculares e metodológicas mais significativas dos professores de ciências investigados, foi feita uma inventariação exhaustiva das opiniões dos professores para cada um dos itens de cada questão, de modo a encontrar os respectivos modelos de professores pré-categorizados (tradicional, tecnológico, activista, descobridor e construtivista- ver Anexo 2), cuja distribuição se procurava analisar nesta amostra.

Após a explicitação dos critérios que nos levaram à categorização aqui em causa (sub-capítulo 3.4), rapidamente nos apercebemos da relativa (e esperada) *artificialidade*, complexidade e das limitações desta análise, quer motivadas pelo

tipo de instrumento de investigação utilizado (o questionário), quer pela diversidade de pensamento (fortemente idiossincrático) que caracteriza os professores. Apesar disso, julgámos importante incluir esta análise, por forma a tentar definir os "perfis epistemológicos e de actuação" com que os professores desta amostra supostamente mais se identificariam. O resultado deste levantamento encontra-se sistematizado no Quadro 6.

#### Quadro 6

*A amostra e os "modelos de professores".*

MODELOS DE PROFESSORES	4º Grupo (2º ciclo)		4ºA/B grupos		11ºB grupo		Totais amostra	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Modelo tradicional (1)	4	25%	8	22,9%	10	27,7%	22	25,3%
Modelo tecnológico (2)	0	0%	3	8,6%	0	0%	3	3,4%
Modelo artesanal (3)	6	37,5%	18	51,4%	18	50%	42	48,3%
Modelo descobridor (4)	4	25%	3	8,6%	2	5,6%	9	10,3%
Modelo construtivista (5)	2	12,5%	3	8,6%	6	16,7%	11	12,6%
1=2	1		4		4		9	
1=3	0		0		4		4	
1=4	0		0		1		1	
1=5	1		2		1		4	
2=4	0		0		1		1	
3=4	5		4		10		19	
3=5	2		2		1		5	
4=5	2		1		0		3	
1=2=3	1		4		0		5	
1=2=4	0		2		0		2	
1=3=4	1		1		0		2	
1=3=5	0		1		1		2	
1=4=5	1		0		0		1	
2=3=4	1		2		3		6	
2=3=5	0		0		1		1	
3=4=5	1		5		1		7	
1=2=3=4	0		1		3		4	
1=3=4=5	0		1		1		2	
2=3=4=5	0		0		1		1	
1=2=3=4=5	3		8		4		15	

(1- Modelo tradicional; 2- Modelo tecnológico; 3- Modelo artesanal; 4- Modelo descobridor; 5- Modelo construtivista)

Uma análise global daquele quadro permite-nos retirar algumas ilações:

1) Só cerca de metade dos professores (87, correspondentes a cerca de metade da amostra) é que se parecem identificar, mais ou menos claramente, com um dado "modelo"; os restantes distribuem as suas concepções por diferentes "perfis", facto que, entre outras razões, se pode dever à *artificialidade* da categorização efectuada.

2) Cerca de metade do primeiro grupo de professores (48,3%; 23,2% em relação à amostra) podem ser identificados como professores de tipo "artesanal" (activista, humanista, praticista, de estruturação-construtivista), tendo logo a seguir os professores do tipo "tradicional" (25,3%; 12,2% em relação à amostra).

3) A análise comparativa de resultados entre os professores dos três grupos disciplinares não parece, em geral, revelar discrepâncias significativas; uma excepção merece, porém, ser destacada: o facto de 25% dos professores do 4º grupo do 2º ciclo emergirem como professores "descobridores", percentagem bastante superior à dos colegas dos outros grupos.

4) Por último, e relativamente aos professores que este procedimento não conseguiu enquadrar em perfis mais ou menos evidentes, deve-se destacar o número elevado deles cujas opiniões variam entre professores "artesanais" e professores "descobridores".

#### **4.3. CONCEPÇÕES E PRÁTICAS CTS DOS PROFESSORES**

Com a segunda parte do questionário foi nossa intenção destacar as opiniões dos professores, no que diz respeito às situações e actividades próprias do ensino CTS que frequentemente surgem na literatura: objectivos, potencialidades, dificuldades e limitações de implementação, forma de desenvolvimento curricular (nas disciplinas ou numa nova disciplina) e ênfase de tratamento dos temas CTS. O questionário termina com o levantamento da frequência da dinamização das actividades CTS pelos professores inquiridos.

### Questão 1 (Parte B)- Sobre as actividades CTS e seus objetivos...

Em face do conjunto de afirmações que foram fornecidas aos professores, cada uma delas destacando um objectivo que se pode conseguir com a dinamização de actividades CTS, foram registados valores médios de escala relativamente elevados (Anexo 13), o que parece evidenciar que os professores lhes atribuem grande relevância. Assim, os professores reconhecem a utilidade das actividades CTS como forma de *exploração das possíveis interacções da ciência estudada nas aulas com a tecnologia que se lhe associa e das consequências recíprocas na sociedade "consumidora" dessa tecnologia e condicionadora da evolução científica* (Questão 1.1B - Figura 37).

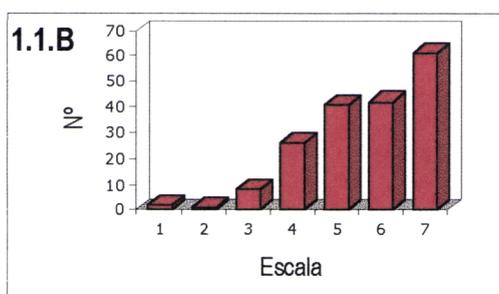


Fig.37

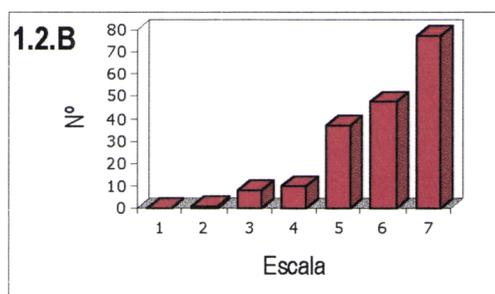


Fig. 38

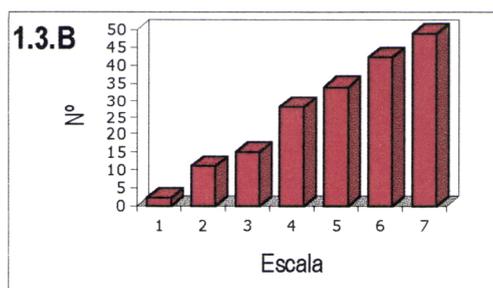


Fig. 39

*Figuras 37, 38 e 39- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 1.1B (exploração das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade), 1.2B (temas CTS e tomadas de decisão) e 1.3B (temas CTS e resolução de problemas locais).*

Por outro lado, a amostra também reconhece a importância das actividades CTS, enquanto instrumentos formativos para a gradual integração do aluno na sociedade, quer na sua participação nas *tomadas de decisão* que envolvam a ciência e/ou a tecnologia (Questão 1.2B - Figura 38), quer funcionando como a preparação para a *ligação do aluno ao mundo do trabalho* (Questão 1.4 - Figura 40).

Já no que se refere à possibilidade de as actividades CTS virem a ter um importante contributo para a *resolução dos problemas locais* (Questão 1.3B - Figura 39), embora se constate alguma tendência favorável (média global 5,2), é grande a dispersão verificada nas escolhas, como o atesta o desvio-padrão global de 1,6 (Anexo 13). Tais resultados, embora não representem qualquer contradição, não deixam de ter pouca expressão, dada a ênfase com que os mesmos professores destacam a exploração de fenómenos ou problemas do quotidiano (Figura 17), ou mesmo a opinião favorável para que o currículo passasse a incluir temas de interesse regional (Figura 10).

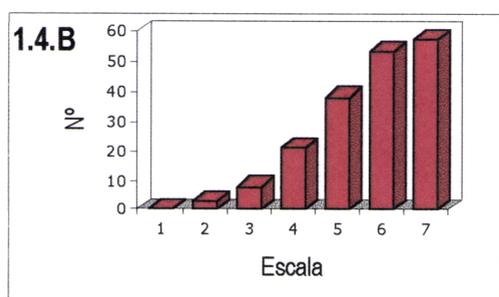


Fig. 40

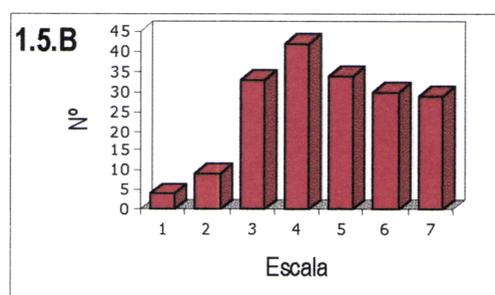


Fig. 41

*Figuras 40 e 41-* As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 1.4B (*temas CTS e actividades profissionais*) e 1.5B (*temas CTS e "história da ciência"*).

Quanto à possibilidade de as actividades CTS poderem permitir a análise de temas da *"história da ciência"* (Questão 1.5B), tal como em anterior Questão (3.3. da parte A, relacionada com as componentes do currículo de ciências), apesar de as opiniões se apresentarem medianamente favoráveis (Figura 41), verifica-se, também, uma relativa dispersão nas respostas, o que atesta a falta de consenso em torno do tratamento destes temas nas aulas de ciências. Apesar do afirmado, realce-se a boa opinião que os professores do 4º grupo do 2º ciclo atribuem ao ensino CTS como forma de permitir a referida análise histórica.

**Questão 2 (Parte B)-** *As potencialidades do desenvolvimento de situações CTS no ensino-aprendizagem das ciências...*

Os professores dos três grupos disciplinares são concordantes no que tem a ver com as *potencialidades* que pressentem na exploração de temas CTS: *aumento da motivação dos alunos* (Questão 2.1B - Figura 42), aspecto particularmente

relevado pelos professores em início de carreira (diferença significativa em relação ao escalão de tempo de serviço seguinte) (Anexo 14); *interacção do saber disciplinar com outros tipos de saberes* (Questão 2.2B - Figura 43); *interacção escola-meio* (Questão 2.3B - Figura 44); *confirmação pelo aluno da utilidade daquilo que estuda* (Questão 2.4B - Figura 45), verificando-se diferenças significativas entre os professores mais jovens, que valorizam mais tal aspecto, e os professores com maior experiência (Anexo 14); *assumir criticamente as situações* (Questão 2.5B - Figura 46); e *integração dos valores no ensino das ciências* (Questão 2.6B - Figura 47).

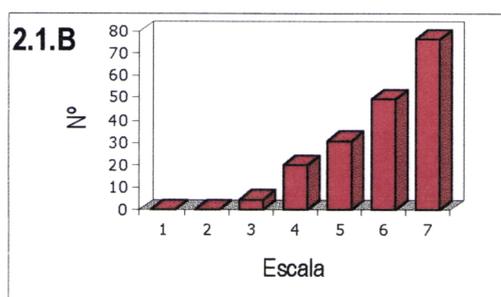


Fig. 42

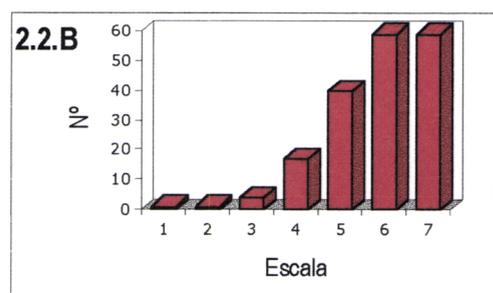


Fig. 43

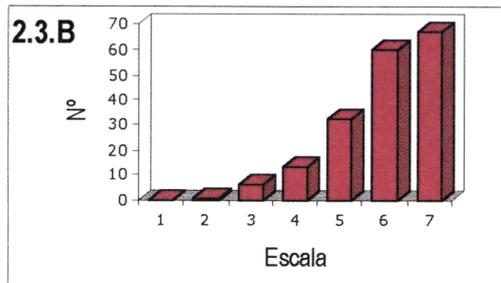


Fig. 44

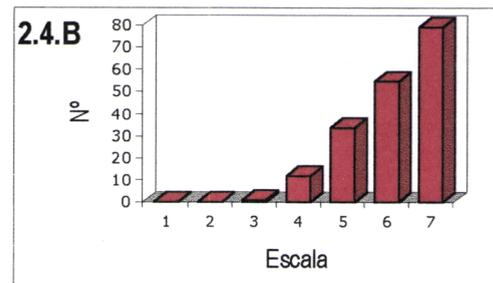


Fig. 45

*Figuras 42, 43, 44 e 45- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 2.1B (temas CTS e motivação), 2.2B (temas CTS e integração de saberes), 2.3B (temas CTS e a ligação da escola à comunidade) e 2.4B (temas CTS e utilidade do que se estuda).*

Esta posição globalmente favorável parece, em suma, reforçar a opinião tendencialmente idêntica emergente da questão anterior, no que tem a ver com os objectivos a que a exploração de questões CTS permite dar consecução.

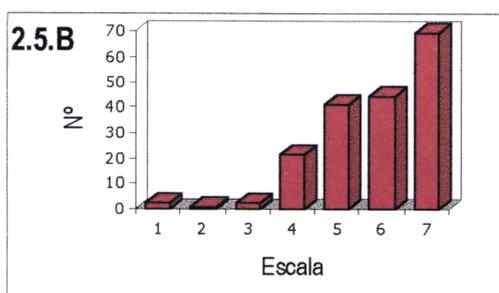


Fig. 46

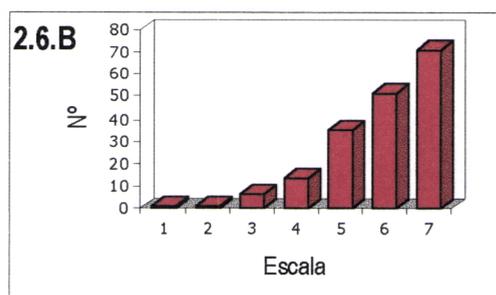


Fig. 47

*Figuras 46 e 47- As opiniões dos professores, face, respectivamente, às Questões 2.5B (temas CTS e atitudes críticas) e 2.6B (temas CTS e integração dos valores no ensino).*

***Questão 3 (Parte B)- Sobre as dificuldades da implementação de temas CTS no ensino das ciências...***

Em termos das *limitações, dificuldades e problemas* sentidos pelos professores de ciências desta amostra para com a dinamização de actividades CTS, poderemos afirmar que existem posições sensatas e realistas, face às características de um ensino das ciências que herdámos de um passado não muito distante, e que ainda hoje se manifesta nas nossas escolas; a par disso, coexistem posições próprias de quem anseia ver algo de novo, num sistema que necessita evoluir, face aos imperativos dos novos tempos.

O facto de uma parte significativa dos professores recusar a ideia de que trabalhar com situações CTS não é sinónimo de *afastamento do ensino das ciências* (Questão 3.1B - Figura 48) parece revelar uma maior preocupação dos professores com outras dimensões do currículo, para além das que decorrem de um ensino tradicional da "ciência pura".

Já no que se refere às dificuldades relacionadas com a *falta de preparação dos professores para conceber e aplicar situações CTS* (Questão 3.2B - Figura 49) ou ao *deficiente conhecimento dos factos que rodeiam os problemas em análise* (Questão 3.3B - Figura 50), ou, ainda, à possibilidade dos *temas CTS terem de se alterar perante as necessidades de um mundo em transformação* (Questão 3.9B - Figura 56) (aspecto menos valorizado pelos professores mais jovens) (Anexo 15), as

opiniões dos professores encontram-se francamente divididas, facto que pode reflectir a reconhecida heterogeneidade verificada ao nível da sua formação.

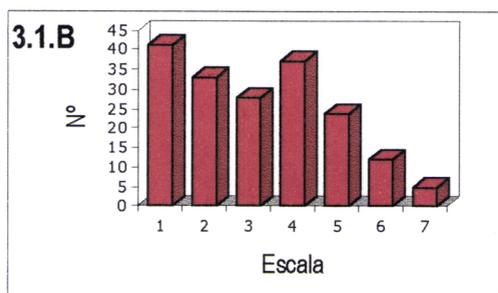


Fig. 48

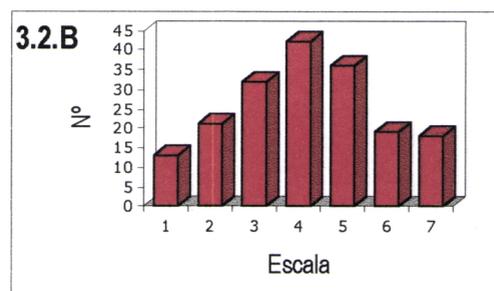


Fig. 49

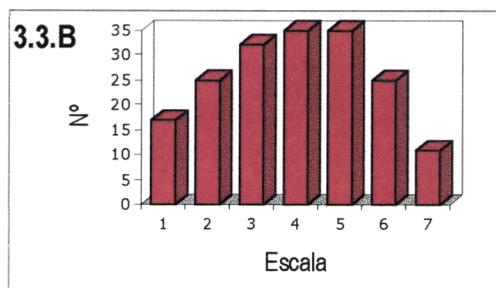


Fig. 50

Figuras 48, 49 e 50- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 3.1B (CTS e "afastamento" do ensino da "ciência pura"), 3.2B (CTS e preparação dos professores) e 3.3B (CTS e conhecimento dos factos que rodeiam os problemas).

Esta divisão nas opiniões dos professores acaba também por se reflectir nas respostas à Questão 3.5B, a propósito de as actividades CTS poderem conduzir a alguma perda de *controlo na sala de aula* (Figura 52), pelo facto de envolverem estratégias dinâmicas, onde os alunos têm de ter uma maior liberdade de movimentos.

Dispersão idêntica aparece nas respostas à Questão 3.4B. Efectivamente, existe um número razoável de professores que denotam alguma falta de entusiasmo para com as actividades CTS, não só por não possuírem um suficiente *conhecimento das várias metodologias capazes de as pôr em prática*, como também, e como vimos, por alguma insegurança face à abordagem de alguns temas (Figura 51).

O que parece não deixar dúvidas é que o tratamento de *questões CTS dificilmente se poderá compatibilizar com o actual tempo lectivo disponível*

(Questão 3.6B), como é de opinião a esmagadora maioria dos inquiridos (Figura 53). E não esqueçamos que esta amostra se apresenta um pouco indefinida no que se refere à relação currículo-carga horária (Figura 6), pelo que a resolução de tal problema não parece ser obra fácil junto dos professores de ciências.

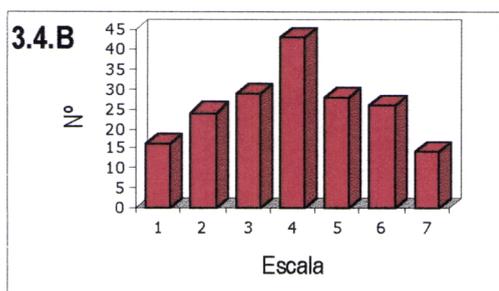


Fig. 51

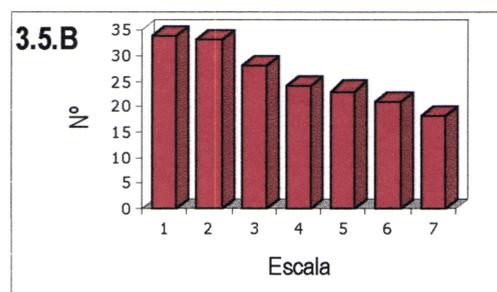


Fig. 52

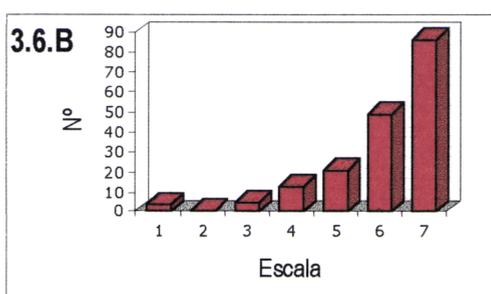


Fig. 53

*Figuras 51, 52 e 53- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 3.4B (CTS e domínio geral dos problemas) 3.5B (CTS e controlo dos alunos na sala de aula) e 3.6B (CTS e actual tempo lectivo disponível).*

Uma outra dificuldade que emerge das respostas dos professores inquiridos relaciona-se com a *problemática conciliação entre o tratamento de questões CTS e os métodos tradicionais de avaliação* (Questão 3.7B - Figura 54), uma vez que nestes predomina, habitualmente, a ênfase nos conteúdos conceptuais.

A terceira grande limitação à dinamização das actividades CTS detectada nesta investigação, relaciona-se com a *falta de materiais curriculares* que contemplem esta dimensão do ensino e, particularmente, o distanciamento dos manuais escolares destas questões (Questão 3.8B - Figura 55). E o problema torna-se ainda mais agudizado, quando se parece constatar que a grande maioria dos professores privilegia o manual escolar como recurso quase exclusivo para a dinâmica das suas aulas (Figura 32).

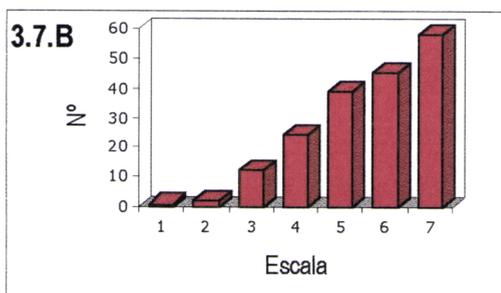


Fig. 54

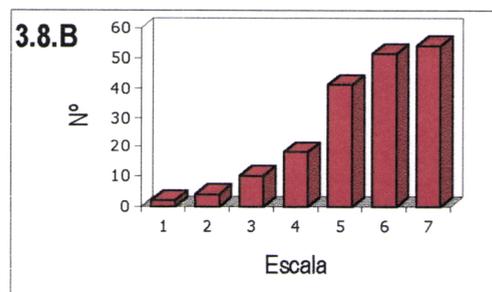


Fig. 55

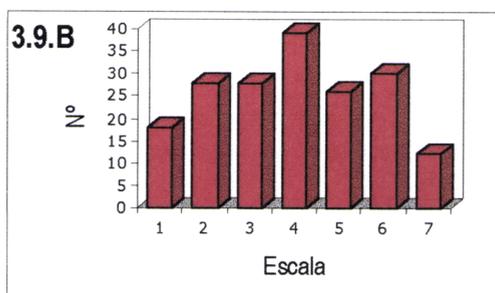


Fig. 56

*Figuras 54, 55 e 56 - As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 3.7B (CTS e os métodos tradicionais de avaliação), 3.8B (CTS e os materiais curriculares) e 3.9B (CTS e o mundo em transformação).*

***Questão 4 (Parte B)- Sobre o tratamento dos temas CTS no âmbito das disciplinas de ciências...***

Um reafirmar de posições bastante favoráveis para com o ensino CTS por parte dos professores questionados, já emergente das questões dos grupos 1 e 2 desta parte do questionário, é agora evidenciado pela discordância generalizada sobre a eventualidade de o ensino CTS provocar, necessariamente, um *afastamento do ensino dos conceitos e dos processos da ciência* (Questão 4.1B - Figura 57). Com os resultados encontrados, poderemos adiantar que os professores aceitam que a dinamização de actividades CTS não é, de forma alguma, incompatível com o ensino dos factos, dos conceitos e das leis.

Esta boa aceitação do ensino CTS vai mesmo mais longe. Com efeito, como pensa uma boa parte dos professores da amostra, apesar de os temas desta natureza se encontrarem na fronteira das disciplinas tradicionais, tal não é motivo para o *aparecimento de uma nova disciplina*, onde estas problemáticas fossem abordadas (Questão 4.2- Figura 58) (posição claramente defendida pelos professores no início da carreira, os quais mostram diferenças significativas em relação aos seus colegas

de 4 a 6 anos de tempo de serviço docente) (Anexo 16). Por conseguinte, esta posição poderá querer dizer que os professores de ciências aceitam, maioritariamente, que o ensino CTS possa ocorrer no contexto da actual organização curricular, desenvolvido nas disciplinas de ciências.

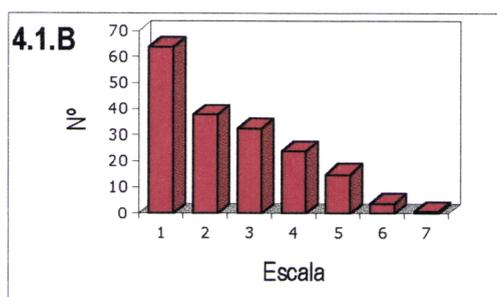


Fig. 57

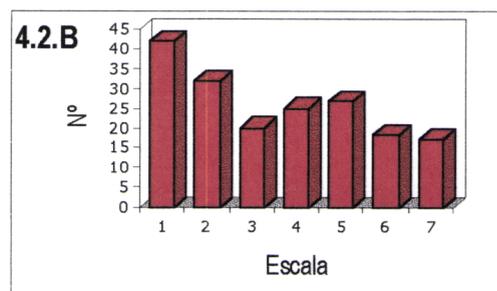


Fig. 58

*Figuras 57 e 58- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 4.1B (os temas CTS não deveriam ser explorados nas disciplinas por provocarem afastamento da "ciência pura") e 4.2B (os temas CTS não deveriam ser explorados nas disciplinas de ciências pelo facto de se encontrarem na interface das disciplinas tradicionais).*

### ***Questão 5 (parte B) - Sobre a forma de exploração dos temas CTS nas aulas de ciências...***

Vejamos, agora, as posições dos professores sobre a forma como as actividades CTS se poderão enquadrar nas aulas de ciências (Anexo 17). A grande maioria é de opinião que a exploração de os temas CTS deve ocorrer em forma de *actividades complementares* (Questão 5.1B - Figura 59), ou, como actualmente surge na nova geração de manuais, como actividades de enriquecimento. Esta concepção pode ser verificada quando se pede aos professores para registarem a sua opinião em relação à exploração destes temas como *capítulo ou como módulo do programa* (Questão 5.2B): verifica-se a esse respeito uma grande dispersão de opiniões (Figura 60).

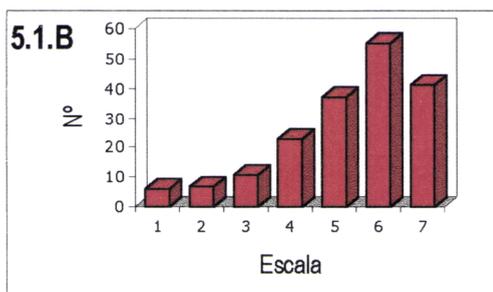


Fig. 59

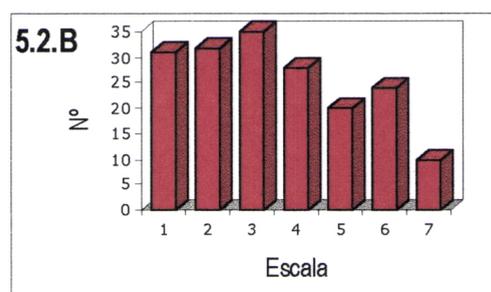


Fig. 60

Figuras 59 e 60- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 5.1B (*CTS nas aulas como actividade complementar*) e 5.2B (*CTS nas aulas como capítulo do programa*).

De modo idêntico, é possível constatar a falta de uma opinião bem vincada, no que tem a ver com a possibilidade de as actividades CTS poderem funcionar como *ponto de partida para outras sequências de ensino* (Questão 5.3B - Figura 61), sendo, então, preferindo-se perspectivá-las, como actividades complementares (Figura 59). Tal não significa, porém, que lhes seja atribuída um papel secundário; na verdade, foi elevado o grau de concordância dos professores no que se refere ao *idêntico estatuto que estas actividades devem possuir relativamente a outras*, como, por exemplo, a exploração de textos ou as actividades laboratoriais (Questão 5.4B - Figura 62).

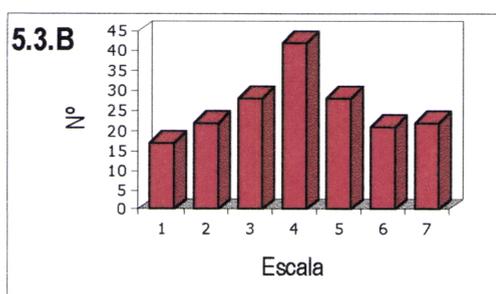


Fig. 61

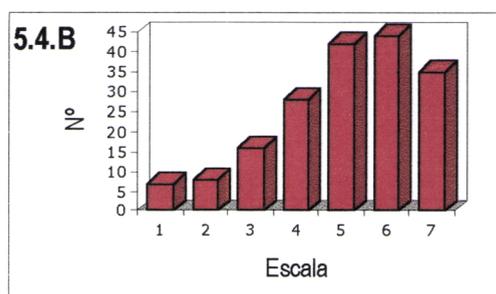


Fig. 62

Figuras 61 e 62- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 5.3B (*CTS nas aulas como ponto de partida de todas as sequências de ensino*) e 5.4B (*CTS com estatuto idêntico a outras actividades*).

### **Questão 6 (parte B)- Sobre a ênfase de tratamento das questões CTS...**

Em relação à forma e intensidade de aprofundamento das questões CTS, a análise dos resultados obtidos (Anexo 18) parece apontar para algum insucesso no modo como foram por nós elaboradas duas afirmações, de âmbito diferente, que faziam parte desta questão: a primeira (Questão 6.1B - Figura 63) referia-se à abordagem das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, incluindo os aspectos mais complexos e debatíveis; a outra (Questão 6.2B - Figura 64), destacava, somente, a análise das aplicações da ciência e da tecnologia. Ora, os professores inclinaram-se, globalmente, para a defesa dos dois tipos de exploração, o que parece registar alguma falta de atenção nas respostas, só compreendida por se encontrar no final do questionário; de facto, não se pode defender, em simultâneo, duas vertentes que, de alguma forma, se opõem.

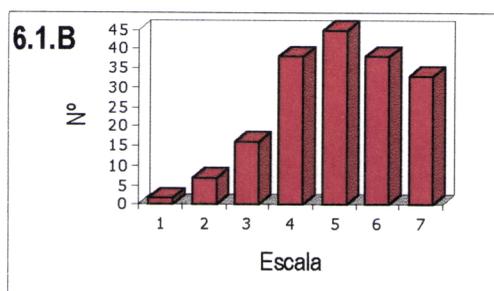


Fig. 63

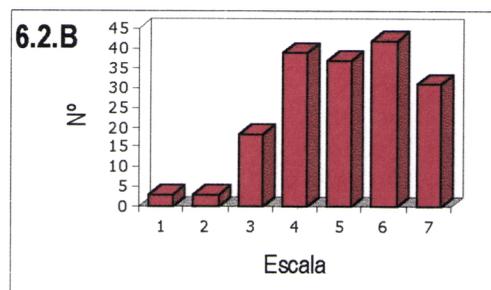


Fig. 64

*Figuras 63 e 64- As opiniões dos professores face, respectivamente, às Questões 6.1B (o CTS e os aspectos mais debatíveis e complexos) e 6.2B (análise das aplicações da ciência e da tecnologia).*

### **Questão 7 (parte B)- Sobre a frequência de dinamização das actividades CTS nas aulas de ciências...**

O questionário finalizava com a questão "Costuma dinamizar actividades CTS nas suas aulas?". O Anexo 19 e a Figura 65 apresentam os resultados totais das respostas dos professores, os quais apenas poderemos considerar meramente indicativos, porquanto professores havia que só leccionavam disciplinas do ensino básico, outros só disciplinas do ensino secundário e outros, ainda, que leccionavam disciplinas dos dois níveis de ensino.

Salvaguardando o que foi dito, é notório que a maioria dos professores declara dinamizar actividades CTS "algumas vezes", quer nas disciplinas do ensino básico, quer no ensino secundário. Existe também um número significativo de professores que afirmam que "raramente" implementam tais actividades, muito certamente como resultado de alguns impedimentos que o currículo e a própria organização escolar lhes impõem.

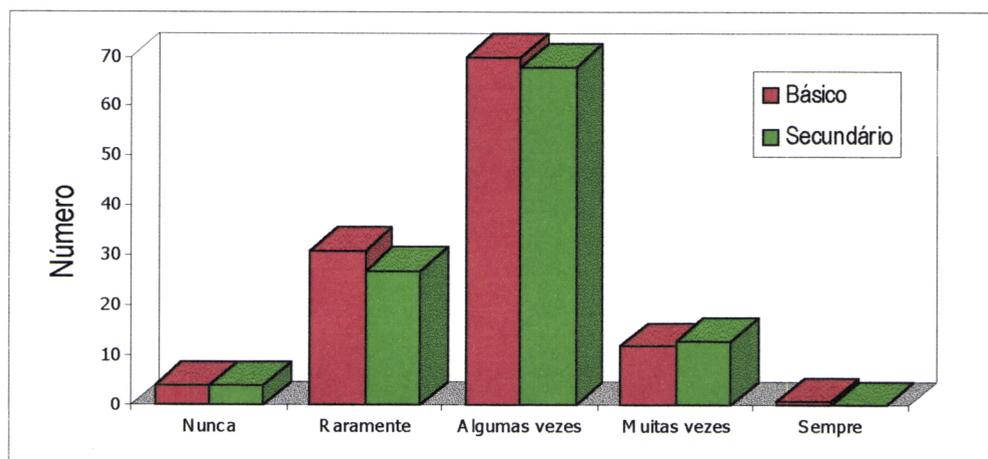


Figura 65 - Os professores e a frequência da dinamização das actividades CTS.

#### 4.4. "MODELOS DE PROFESSORES" E AS CONCEPÇÕES E PRÁTICAS CTS

Após a análise que efectuámos em torno das opiniões dos professores que integraram a amostra desta investigação, procedemos ao confronto de algumas das concepções e "práticas" (as declaradas e não as observadas, saliente-se) do ensino CTS dos professores da amostra, com os respectivos "modelos" em que antes os categorizámos. Para isso, centrámo-nos nos resultados de algumas questões da Parte B do questionário que julgámos mais pertinentes para confrontar com o já referido "perfil epistemológico-didáctico" dos professores: o tratamento de questões no âmbito disciplinar ou extra-disciplinar (Questão 4), a forma como esses temas deveriam integrar as aulas de ciências (Questão 5), a ênfase na exploração dos temas CTS (Questão 6) e, finalmente, a frequência de dinamização de actividades CTS, quer no ensino básico, quer no ensino secundário (Questão 7).

Elaborámos, para o efeito, uma tabela (Anexo 20) que se refere, unicamente, àqueles professores que marcadamente se pareciam identificar com determinado "modelo de professor" (portanto, 87 professores), e onde apresentamos as suas opiniões para cada um dos aspectos acabados de salientar.

Tendo em atenção o escasso número de professores (3) que pudemos considerar como "tecnológicos", sobre os quais não iremos, por isso, tecer qualquer comentário, a análise destes resultados pôde conduzir às seguintes conclusões:

1) Não pareceram evidenciar-se diferenças significativas entre os "modelos" dos professores, no que respeita à *forma curricular de exploração de temas CTS*. Como anteriormente já assinalámos, a grande maioria dos professores pareceu aceitar que a exploração de situações CTS deveria ocorrer nas aulas de ciências, recusando, por exemplo, a criação de uma nova disciplina onde tais assuntos fossem abordados.

2) De igual modo, não foram registadas diferenças significativas na forma como os professores de diferentes "perfis" encaram a *forma de integração destes assuntos CTS nas aulas de ciências*. Assim, quer para o "professor tradicional", quer para o "professor artesão", quer para o "professor descobridor", quer, ainda, para o "professor construtivista", a melhor forma para o aparecimento destas situações é como «actividade complementar dos assuntos científicos», dando deste modo relevo ao ensino dos assuntos específicos do "corpo da ciência". Deveremos, no entanto, salientar que um número importante de professores "activistas", "descobridores" e "construtivistas" não se importaria que as actividades CTS funcionassem como «ponto de partida para todas as sequências de ensino», opinião não corroborada pelos "professores tradicionais".

3) Em relação à *ênfase de exploração de temas CTS*, como já atrás fizemos referência, parece termos sido pouco bem sucedidos na elaboração das duas questões, talvez pela sua extensão. A prova do afirmado foi a incapacidade de os respondentes se definirem perante as duas questões em confronto, pelo que não seria correcto afirmar, por exemplo, que a opinião dos professores "tradicionais" tende para a exploração das questões CTS em todas as suas dimensões, quando existe mais do dobro dos professores do mesmo "modelo" que não se definiram.

4) No que respeita à *frequência de dinamização de actividades CTS nas aulas de ciências*, não foram detectadas diferenças entre os professores dos diferentes "perfis". De facto, todos os tipos de professores, quer no ensino básico

quer no ensino secundário, afirmam, maioritariamente, explorar "algumas vezes" temas CTS; logo de seguida, muitos confessam dinamizar o CTS "raramente".

5) Por último, e *em resumo*, parece não existirem diferenças apreciáveis no modo como os professores dos diferentes "modelos" anteriormente definidos encaram a exploração dos temas CTS nas aulas de ciências e até, curiosamente, na frequência com que declaram utilizá-las nas suas aulas. No entanto, e como veremos no último capítulo, hoje em dia é mais ou menos consensual que entre as opiniões veiculadas (concepções) e a prática efectiva quase sempre existe discrepância considerável, razão pela qual todos os aspectos apresentados estatisticamente no capítulo que agora termina merecem ser analisados à luz de outras investigações.

## **CAPÍTULO 5**

# **DISCUSSÃO E CONCLUSÃO**

## 5.1. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

No capítulo anterior, fizemos uma "leitura" dos principais resultados extraídos a partir dos dados recolhidos com o questionário composto por 63 questões, aplicado a 181 professores de três grupos disciplinares tradicionalmente relacionados com "ciências" (ciências físico-naturais). Com base nas suas opiniões, foi possível inferir um conjunto de concepções curriculares e metodológicas e, a partir destas, definir "tipos" de professores, no que respeita à forma como se posicionaram face a importantes vectores relacionados com a educação em ciências. Foram, em particular, analisadas as concepções e práticas (declaradas, mas não observadas) da amostra em relação ao "ensino CTS" e, posteriormente, procedeu-se a uma análise comparativa entre os referidos "tipos de professores" e tais concepções e práticas CTS, a qual não veio a evidenciar diferenças significativas entre os mesmos. Apesar dos méritos que tais resultados "brutos" só por si possam ter, consideramos pertinente apontar, nesta altura, algumas **limitações da investigação** que realizámos, aspecto que passemos agora a considerar.

1) Em primeiro lugar, e relacionado com uma das insuficiências inerentes a qualquer investigação social desta natureza, é de admitir que apenas as pessoas mais interessadas é que participaram na investigação, distorção que não pode deixar de acompanhar, necessariamente, a leitura dos resultados apurados.

2) A segunda limitação deste estudo, directamente relacionada com a anterior, refere-se à idade e, de certo modo, ao tempo de serviço dos professores da amostra. Efectivamente, estamos perante uma amostra em que 73% dos professores respondentes possuíam idade inferior a 40 anos, pelo que os resultados obtidos não são, de modo nenhum, representativos do universo dos professores de ciências.

3) Em terceiro lugar, e como já o destacámos, o modelo de investigação quantitativa utilizado, embora apresentando algumas vantagens, possui, de alguma forma, algumas fragilidades, quando comparado com outras estratégias de natureza qualitativa, mais ricas, mais profundas e mais esclarecedoras, dado o seu pendor mais interpretativo.

4) Daí resulta uma outra limitação: a incapacidade deste questionário, já de si longo, em explorar muitos outros aspectos da área do pensamento do professor de

ciências (avaliação, questões epistemológicas, forma de encarar a relação escola-família...), que muito certamente iriam enriquecer e validar os resultados do estudo. Porém, como no caso anterior, teve de se encontrar uma solução de compromisso.

5) Recorde-se, também, que as concepções dos professores podem não corresponder às suas práticas (Mellado, 1996; Porlán et al., 1997); para o levantamento das condutas dos professores exigir-se-iam outras técnicas de investigação, com particular destaque e pertinência para a observação directa.

6) Deve, por outro lado, ser recordado que para o estabelecimento dos "modelos de professores", foram adoptados critérios, naturalmente discutíveis, até por não serem universais.

7) Por último, há que referir que esta investigação representa um levantamento de concepções e de práticas de professores num dado momento. Como tal, não pode funcionar como indicador da evolução das concepções e das condutas dos professores, em geral. Para isso, teria sido necessário um estudo longitudinal, algo que poderia ser objecto de outra investigação complementar.

Perante tais condicionantes, os resultados tornam-se mais úteis se confrontados com resultados de investigações similares, por forma a poderem ser estabelecidas semelhanças, desfasamentos, ou derivadas conclusões inovadoras, objectivo último de qualquer processo investigativo. Iremos, então, proceder a um confronto com alguns resultados que, sobre este tema, têm sido salientados na literatura. Antes, porém, torna-se essencial chamar a atenção para alguns aspectos particularmente pertinentes que mais à frente iremos explorar.

Tais aspectos referem-se às complexas relações e correlações que podemos encontrar entre as *concepções* e as *práticas* dos professores. Assim, de entre os vários estudos sobre as concepções declaradas pelos professores e a sua conduta na sala de aula, foram encontradas diferenças significativas nos resultados de tais investigações: nuns casos, a correspondência parece ser total; noutros casos, não parece existir qualquer correspondência; noutros, ainda, consegue-se encontrar apenas correlação parcial (Mellado, 1996). Parece, dessa forma, existir evidência que leva a concluir que, tal como as aprendizagens nem sempre se transferem de um contexto para outro (Valente, 1996), também as concepções de uma pessoa e, portanto, *as concepções do professor, nem sempre têm correspondência isomórfica nas suas práticas* (Mellado, 1996; Porlán et al., 1997). Como justificação para estas

discrepâncias, entre outras razões, pensa-se poder encontrar a falta de análise e de reflexão dos professores sobre os seus esquemas de pensamento (Flor, 1993; Callejas, 1997).

Face a tais contradições, e apesar da natural aproximação que de há muito se tem reclamado entre a teoria e a prática docente (Mas, 1994; Freire, 1994), convém usar de alguma prudência na discussão dos resultados de uma investigação que pretende, essencialmente, proceder a uma caracterização de concepções de professores. Na verdade, qualquer inferência que se faça a propósito das práticas de um professor, a partir das suas concepções, embora não necessariamente abusiva, será, certamente, sempre arriscada. E no caso concreto desta investigação, o problema torna-se ainda mais complexo, se pensarmos que o instrumento de investigação utilizado é o questionário, tendo em conta a inerente falta de profundidade na busca de concepções que intrinsecamente o caracteriza.

Apesar dos riscos apontados, sempre que entendermos útil, mas também sempre apoiados na bibliografia, procuremos salientar os aspectos mais curiosos, avançando conjecturas fundamentadas, pois é destas propostas (ainda que arrojadas) que, muitas vezes, emergem importantes pistas para futuros trabalhos de investigação.

### **Sobre as concepções curriculares e metodológicas dos professores...**

Quando em documento recente, o próprio Ministério da Educação reconhecia a existência nos nossos currículos de objectivos ultrapassados e, em certos casos, de conteúdos desajustados às necessidades dos alunos (M.E., 1997a), certamente estava também nas suas preocupações para o futuro uma das necessidades mais imperiosa em qualquer reforma do ensino: a mudança do pensamento dos professores. Quando constatámos alguma tendência dos professores questionados para encararem o currículo como uma listagem de «temas fundamentais de ciências», substrato de futuros estudos superiores, imediatamente adivinhamos a enorme tarefa que as autoridades educativas terão à sua frente. Esta indicação vem ao encontro do que é afirmado na bibliografia, a propósito de os professores darem demasiada importância à aquisição de doses substanciais e detalhadas de conhecimento científico (Gil et al., 1991; Santos e Valente, 1995b; Jiménez, 1996; Saltier et al., 1997; Carniatto e Fossa, 1997), visando, sobretudo, a preparação dos

alunos para níveis de escolaridade superiores (Yager e Penick, 1983; Ziman, 1986; Solomon et al., 1995).

Esta ênfase dominante dos professores na exploração dos **principais assuntos da ciência**, contraposta à relativa exiguidade de tempo para o conseguir, parece, igualmente, estar de acordo com numerosas referências bibliográficas (ex: M.E., 1997a; Trindade, 1996; Solomon et al., 1995; Delval, 1994; Mathews, 1994; Yager e Penick, 1983). Os resultados do estudo de Carmo (1995) vêm confirmar esta tendência, quando, ao comparar as concepções dos professores sobre os programas com as respectivas intenções curriculares, aquele autor confirmou a existência de desfasamentos pronunciados, confirmando que as inovações curriculares nem sempre são, de facto, acompanhadas de mudanças na actuação dos professores; por outro lado, tal como confirmou Paixão (1993), tudo leva a crer que os professores revelam grande desconhecimento dos textos dos programas, onde surgem, muitas vezes, sublinhadas questões tão importantes como os temas fundamentais e a adaptação dos mesmos às necessidades dos alunos.

Vislumbra-se, todavia, alguma abertura aos novos horizontes curriculares, quando os professores concordam com a **introdução de assuntos locais** como temas de estudo nas disciplinas de ciências, visando currículos mais relevantes e mais envolventes (Yager e Lutz, 1995). Nesse sentido, parece também haver alguma concordância a propósito quer do estudo de **temas significativos** para os alunos (Hofstein e Yager, 1985; Ost e Yager, 1993; Fensham, Gunstone e White, 1994), quer da **flexibilidade curricular** (Solomon, 1995a), aspecto este concretizado seja na definição apenas de directrizes gerais, com total liberdade na definição mais fina do currículo, seja na determinação do tempo mínimo para o cumprimento de um núcleo de aprendizagens consideradas essenciais, dando-se espaço para inclusão de temas locais ou regionais.

Esta atitude de abertura por parte dos professores de ciências parece encontrar reflexo nas opiniões bastantes favoráveis dos questionados, quer no que diz respeito à exploração de **temas interdisciplinares** (contrariando a tradicional compartimentação da ciência escolar) (Yager e Penick, 1983; Kline, 1995), quer, e ainda mais, no que tem a ver com a **exploração de questões sociais** acessíveis aos alunos (Ogborn, 1988; Rutherford e Ahlgren, 1995; Godinho, 1996), embora esses mesmos professores continuem a manifestar grande apreço pela promoção do conhecimento científico, em si mesmo. E parece-nos que aqui reside um grande dilema (ou "tensão", Layton, 1986), enfrentado pelos professores de ciências: como

promover o desenvolvimento pessoal e social do aluno, num mundo em constante transformação, ao mesmo tempo que se pretende que o aluno consiga a explicação do funcionamento desse mesmo mundo (Gómez et al., 1989; Pedretti e Hodson, 1995; Miguéns et al., 1996).

De qualquer maneira, parece salutar que os professores comecem a "olhar" o currículo de ciências de outro modo, procurando pontos de contacto com questões mais relacionadas com os interesses e contextos quotidianos dos alunos, tanto mais que várias têm sido as críticas feitas à tradicional actuação dos professores de ciências: desenvolvimento lectivo longe dos contextos próximos dos alunos (Rutherford e Ahlgren, 1995) e, portanto, das questões da sua vida quotidiana e da própria sociedade (Yager e Lutz, 1995; Saraiva, 1995; Santome, 1994); desenvolvimento lectivo longe dos valores humanos e das implicações da ciência (Kirkham, 1989); e desenvolvimento lectivo longe de uma preparação para a valorização crítica e para a tomada de decisões (Solbes e Vilches, 1989); e longe, enfim, de uma despistagem de percursos de vida (Cid, 1995).

Para além desta "lufada de ar fresco", há que acrescentar que detectámos, ainda, dois outros aspectos que, normalmente, a bibliografia destaca como *deficit* (Kirkham, 1989; Lopes, 1993; Kelly et al., 1993; Bueno, 1995; Stiefel, 1995), mas que aqui vimos surgir de *forma bastante positiva*, como é o caso da importância da **manipulação de instrumentos e da montagem de dispositivos instrumentais** e de o aluno lidar com **questões epistemológicas** da ciência. Contudo, a dinamização da **dimensão histórica da ciência** e a promoção de novas atitudes não parecem seguir o mesmo rumo de mudança, tal como acontecia com os aspectos anteriormente focados, parecendo isso estar de acordo com o que é destacado na bibliografia (Zoller, 1985; Sequeira, 1988; Sequeira e Leite, 1988; Mathews, 1994; Simpson, Koballa e Olivier, 1994; Solomon, 1995; Zaballa, 1995).

Os aspectos acabados de salientar, indicativos de alguma mudança nas concepções dos professores sobre a forma como entendem o currículo, parecem ser também confirmados pelas suas opiniões relativamente às **finalidades do ensino das ciências**. Se bem que a preparação académica dos alunos (voltada para a formação de cientistas e de investigadores) continue a ser incontestavelmente privilegiada, tal como é salientado na literatura (Ziman, 1986; Sequeira, 1988; Solomon et. al., 1995; Yager e Lutz, 1995), parece, no entanto, que os professores já se aperceberam das enormes vantagens da adequação do ensino às realidades dos nossos tempos (Hofstein e Yager, 1985; Barbosa et al., 1989; Rodrigues, 1991), quer por razões de

natureza pessoal para o aluno, quer pelo efeito de arrastamento da comunidade local, acabando esta por ser obrigada a dar mais atenção à educação dos seus filhos (Solomon, 1995a) - por exemplo, através do melhoramento dos recursos das escolas e do próprio envolvimento dos encarregados de educação na educação dos educandos. Assim, esta investigação sugere que a amostra tende a aceitar as grandes metas que têm sido adiantadas para o ensino das ciências: a ciência ao encontro das necessidades pessoais; a ciência e a resolução de problemas sociais; a ciência e a orientação profissional; e a ciência e as carreiras académicas (Sequeira, 1988; Yager, 1993; Ost e Yager, 1993; Bybee e DeBoer, 1994; Godinho, 1996; Iglesia, 1997b).

No que diz respeito aos **aspectos metodológicos** a que esta investigação atendeu, pareceu emergir um pensamento algo "modernista" dos professores questionados. Assim, quando *os professores não mostram* uma posição vincadamente favorável para com o ensino expositivo-receptivo (quer na sua variante mais tradicional, quer com a intercalação de interrogações associadas à exposição), tal pode significar uma certa viragem (pelo menos em opinião) do que normalmente se afirma a este respeito (Santos e Valente, 1995b; Yager e Lutz, 1995; Fonseca, 1996). Mas o aspecto de maior destaque é a opinião favorável, generalizada entre os professores investigados, a propósito de **metodologias de ensino "activas"**, que favoreçam a participação do aluno. Parece-nos ser um ponto importante a destacar, até porque a bibliografia tem destacado que as aulas de ciência, em regra, para além de expositivas, são muito conduzidas por normas e procedimentos (Macashill e Ogborn, 1986), onde as fórmulas, os símbolos e o controlo rigoroso e quantitativo têm lugar (Perez, 1994), não permitindo, deste modo, a extensão do conhecimento científico, como seria desejável.

Outra conclusão que julgamos pertinente é a aparente sensibilização destes professores para com as **ideias prévias** dos alunos, como primeiro passo da construção dos conhecimentos. E também neste aspecto parece existir alguma evolução no pensamento do professor, pois o que se tem verificado é que a actuação dos professores quase nunca se destina a ajudar o aluno na modificação das suas concepções alternativas, mas, essencialmente, a assegurar a memorização da informação transmitida (Sequeira, 1988; Gómez, 1989; Mathews, 1994; Pope e Gilbert, 1995; Solomon et al., 1995).

No que tem a ver com as **actividades de ensino-aprendizagem** que os professores de ciências investigados dizem promover nas suas aulas, podemos

constatar grande interesse pelas **actividades experimentais**, contrariando, de alguma forma, o que a literatura destaca a esse respeito (Torres, 1975; Yager e Penick, 1983). Não foi possível, no entanto, avaliar qual a intenção da dinamização deste tipo de actividades: prevista na planificação como ilustração e comprovação das explicações teóricas; surgindo, ocasionalmente, como reforço da explicação teórica; ou, ainda, como estratégia base dinamizadora de todas as outras actividades.

De igual modo, torna-se difícil verificar, através dos resultados desta investigação, se os professores concordam que as **actividades práticas** (laboratoriais, de campo, ou outras) devem ser seleccionadas pelos eles próprios ou pelos alunos, embora não seja muito difícil supor que prefiram actividades centradas no professor, pois quando convidados a pronunciarem-se sobre as metodologias de ensino-aprendizagem, verificou-se que a acção do professor surge como predominante.

Por outro lado, e uma vez que os mesmos professores dão grande relevo aos métodos de trabalho dos cientistas, tudo leva a crer que a implementação das actividades práticas acaba por obedecer a procedimentos tipificados naquilo que se costumava designar como "método científico", configurado num percurso de etapas "estandardizadas" (da observação às conclusões), do tipo verificação (Yager, 1993), com uma subordinação das ideias aos factos (Santos e Valente, 1995b). Se tal for verdade, a amostra continua a relevar o "empirismo" que tantas vezes a bibliografia tem salientado, pelo facto de se dar ênfase à observação e experimentação "neutras", ignorando-se o papel da actividade criativa (das hipóteses) no trabalho científico (Solbes e Vilches, 1989; Pérez, 1994). Apesar destas incertezas, fica expresso, pelo menos, o pensamento favorável dos professores inquiridos para com as actividades práticas, importante suporte da metodologia científica.

Ainda no que se refere às actividades, tudo parece apontar para uma grande atenção para com a **resolução de "exercícios"** e para com a **resolução de "problemas"**. Se para com os exercícios seria de esperar uma opinião favorável, (dada a sua importância para a preparação de provas de avaliação), no que respeita aos problemas já subsistem algumas dúvidas: por um lado, por não ser raro encontrarmos a utilização indiscriminada de exercícios e de problemas (particularmente nos manuais escolares), pelo que não sabemos se as diferenças entre estes dois conceitos são totalmente dominadas pelos professores questionados; por outro lado, por sabermos da falta de competência dos professores para com a implementação de estratégias de resolução de problemas (Neto, 1995; Garret, 1995).

Para completar esta discussão dos resultados da investigação sobre as concepções metodológicas dos professores, resta-nos analisar os documentos por eles mais privilegiados. E neste campo existem dois factos que merecem ser destacados: por um lado, o **manual escolar** parece ser o recurso mais utilizado pelos professores, à semelhança do que muitos autores têm salientado, quer noutros países (Yager, 1993; Delval, 1994; Tobin Tippins e Gallard, 1994; Rutherford e Ahlgren, 1995; Yager e Lutz, 1995), quer em Portugal (Santos e Valente, 1995b).

É também possível admitir que os professores se sentem relativamente satisfeitos com a qualidade dos manuais escolares que utilizam, pois, quando confrontados com a necessidade de elaboração de textos de apoio para colmatar eventuais lacunas dos referidos manuais escolares, a sua opinião é francamente dispersa. Perante tal evidência, é possível que estejamos perante uma nova "geração" de manuais escolares, onde muitos dos aspectos que normalmente são levantados como limitações - situações fragmentadas, inibição do pensamento crítico e da argumentação, informação descontextualizada, não atendimento às necessidades dos alunos e da sociedade, predomínio de actividades do tipo verificação - , tendam a ficar diluídos perante novas propostas de actividades.

Mas, por outro lado, é de realçar a *opinião bastante favorável dos professores* para com o uso de uma grande **diversidade de materiais** na aula de ciências (livros, vídeo, jornais, programas informáticos), algo que parece indiciar a existência de novas preocupações dos professores para com as aprendizagens dos alunos.

### **Sobre os modelos epistemológico-didácticos dos professores...**

Como salientam Hewson e Hewson (1987), as concepções de um dado professor não são exclusivas de si próprio, sendo possível encontrá-las noutros professores, o que leva alguns autores a postularem a existência de "modelos de professores". No caso concreto deste estudo, para o estabelecimento de "modelos", utilizámos como referência as concepções epistemológicas e didácticas dos professores de ciências que surgem nalguns estudos semelhantes (Rodrigo et al., 1993; González e Escartín, 1996; Utges et al., 1997). A comparação dos resultados por nós obtidos com essas investigações permite-nos tecer *dois tipos de considerações*.

Em *primeiro lugar*, este estudo veio confirmar que, apesar de teoricamente podermos considerar a existência de vários "modelos de professor", tal não significa que a actuação de um dado professor ocorra, exclusivamente, no quadro do modelo que melhor pareça se lhe aplicar. Tal como afirmam González e Escartín (1996), todos os professores utilizam vários modelos, consoante as circunstâncias, e aqui talvez possamos encontrar alguma justificação para a dificuldade de enquadramento de cerca de 50% dos professores desta amostra.

O *segundo aspecto* a realçar é o **predomínio dos professores que considerámos como "artesãos"**, diferentemente ao que acontece na maioria dos estudos similares efectuados, onde o modelo do professor transmissor-receptor é de longe o mais frequente (Pérez, 1991; González e Escartín, 1996; Jiménez, 1996; Saltier, Méhaut e Kaminski, 1997; Callejas, 1997; Carniatto e Fossa, 1997). Em face deste resultado, e salvaguardando a forma de recolha de dados dos diferentes estudos, é possível admitir três possibilidades: ou os professores de ciências desta amostra possuem concepções um pouco diferentes das dos seus colegas de outros países; ou se está a assistir a alguma viragem de postura dos professores face às concepções mais tradicionais; ou, finalmente, poderemos encontrar alguma justificação no facto da amostra desta investigação ter uma idade média relativamente jovem e, portanto, mais motivada para as questões inovadoras da didáctica das ciências.

### **Sobre as concepções e práticas do ensino CTS...**

Em relação a este grande campo de estudo, pudemos constatar que, em regra, os professores de ciências inquiridos vêem **utilidade na dinamização de actividades CTS**, com as finalidades múltiplas a que a literatura faz referência: fazer compreender ao aluno as importantes e complexas interacções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (Hurd, 1994; Charum, 1995); tornar mais eficaz a aprendizagem dos conceitos (Cid, 1995); incentivar a motivação dos alunos pelo estudo; favorecimento dos processos de decisão sobre questões que envolvam a ciência e a tecnologia (Bybee e Mau, 1986; Zoller et al., 1990; Zoller et al., 1991; Bradford, Rubba e Harkness, 1995; Hansen e Olson, 1996); e integração gradual do aluno no mundo das profissões (Yager, 1989; Yager et al., 1992).

Facto não esperado foi, no entanto, a fraca relevância atribuída pelos professores às potencialidades do ensino CTS para a resolução de problemas locais, uma vez que, nesta mesma investigação, os problemas locais são francamente defendidos como componentes curriculares. Talvez isto represente uma deficiente preparação dos professores para com o ensino CTS, tal como é referido, por exemplo, por Iglesia (1997), mas que, curiosamente, não foi demonstrado por este estudo.

De facto, e a propósito de **dificuldades e limitações da implementação do CTS**, não podemos afirmar que a falta de preparação dos professores questionados relativamente às metodologias CTS, ou que a falta de domínio dos factos que rodeiam os problemas, ou que o medo da perda do controlo da disciplina na sala de aula, sejam, para eles, limitações de vulto a ter em conta, o que, de alguma forma, é dissonante das indicações derivadas de outros estudos (Hall, 1985; Bybee e Mau, 1986; Freire, 1994; Solbes e Vilches, 1995; Pedretti e Hodson, 1995; Yager e Lutz, 1995; Hansen e Olson, 1996; Serrano e Martins, 1997). A razão da dispersão de opiniões que foi possível constatar talvez encontre justificação na heterogeneidade de formação de professores no nosso sistema de ensino.

As **três maiores dificuldades** que pudemos destacar foram as seguintes: dificuldade de conciliar a exploração de questões CTS com a actual **carga horária** disponível, tal como também é destacado por Hansen e Olson (1996) ou Yager (1989); dificuldade de conciliar o ensino CTS com a tradicional **avaliação** baseada nos objectivos conceptuais (Yager, 1989, 1993 e 1995; Solbes e Vilches, 1992); e a falta de **materiais curriculares CTS**, traduzida, por exemplo, na escassez de temas CTS incluídos nos manuais escolares (que, como vimos, possuíam grande importância como recurso utilizado pelos professores), aspecto que também é destacado por Iglesia (1997) e por Solbes e Vilches (1997).

Pensando, agora, no **enquadramento curricular dos temas CTS**, no contexto da actual organização curricular, a investigação conseguiu apurar que a grande maioria dos professores parece admitir ser a dinamização do CTS possível no âmbito das actuais disciplinas de ciências, não sendo, portanto, necessária a criação de uma nova disciplina para o efeito. Este resultado é corroborado pelas conclusões de Freire (1994), embora no seu estudo seja destacada uma outra dificuldade não investigada neste trabalho, a dificuldade de os alunos mais jovens entenderem certo tipo de problemáticas que integram as questões CTS (embora

alguns professores que inquirimos tenham feito este comentário em anexo ao questionário).

O facto de as actividades CTS se apresentarem, preferencialmente, como parte integrante dos programas das disciplinas e com idêntico estatuto ao de outras actividades escolares, não significa que os professores as vejam como um qualquer capítulo ou, ainda, como fio condutor de todas as matérias (Zabala, 1995). De facto, parece que os professores consideram que os temas CTS devem surgir como "actividade complementar dos assuntos científicos"; resta esclarecer se esta complementaridade deve ser considerada como essencial ou se os professores preferem remetê-la para actividades de enriquecimento, tal como têm surgido na maioria dos novos manuais escolares, e, neste caso, com possibilidade de não serem explorados.

### **Sobre os modelos de professores e as concepções e práticas do ensino CTS...**

Vamos agora entrar numa área onde, apesar de poucos trabalhos terem aí sido publicados, valerá a pena estabelecer um confronto de alguns deles com os resultados desta investigação. Efectivamente, e como já referimos, existem diversos estudos sobre alguns aspectos de como os professores entendem e praticam o ensino CTS (Bybee e Mau, 1986; Mitchener e Anderson, 1987); existem também estudos que tentaram identificar a frequência de dinamização de aulas CTS (Freire, 1994; Solbes e Vilches, 1995) por parte dos professores; e até encontrámos uma outra investigação onde se pretendeu identificar "perfis" de professores, de acordo com a importância que atribuem ao ensino CTS e à frequência com que tais temas surgem nas suas aulas (Mitchner e Anderson, 1987). Julgamos, porém, ter resultados em certa medida inovadores, quando investigámos a forma como determinados "modelos" de professores (definidos de acordo com as suas concepções do currículo e as metodologias de ensino que afirmam utilizar) encaram alguns aspectos dos ensino CTS.

Sistematizemos os resultados mais significativos por nós obtidos:

- A esmagadora maioria dos professores, independentemente dos modelos que os tipificam, pronunciou-se a favor do desenvolvimento de situações CTS nas aulas de ciências, pelo que *não se revelaram diferenças significativas entre os*

*diversos "modelos dos professores" no que tem a ver com a avaliação das potencialidades do CTS.*

- Não pareceram, igualmente, *emergir diferenças entre os "modelos de professores" no que diz respeito ao enquadramento curricular e programático de temas CTS*, tendo eles, quase indistintamente, favorecido o tratamento desses temas no âmbito das disciplinas já existentes e não como disciplina autónoma.

- *Não foram também registadas diferenças significativas entre os professores dos diferentes "modelos", no que tem a ver com o modo como é encarado o tratamento dos temas CTS* (como actividades complementares).

- De igual modo, *não pareceram existir diferenças significativas entre os professores dos diferentes "modelos" no que toca à frequência de dinamização de actividades CTS* - a maioria afirma que costuma explorar tais situações «algumas vezes».

- Embora estes resultados pareçam afastar-se da evidência recolhida nos estudos de Mitchener e Anderson (1987) e de Freire (1994), ao serem detectados grupos organizados de professores que valorizam e praticam diferentemente o ensino CTS - por exemplo, no último caso, parece que os professores mais tradicionais não concordam com a inclusão no currículo de temas que liguem a ciência com a sociedade -, vêm, no entanto, ao encontro de vários outros estudos que salientam a enorme importância que os professores de ciências atribuem a esta perspectiva do ensino das ciências (Hall, 1985; Bybee e Mau, 1986; Hofstein, Aikenhead e Riquarts, 1988; Bingle e Gaskell, 1994; Solbes e Vilches, 1995).

- Finalmente, e voltando de novo a uma das limitações já antes apontadas a este estudo, *o questionário como instrumento de recolha de dados revelou-se francamente desadequado como instrumento para pesquisa de práticas dos professores*. A observação e o estudo de casos parecem, efectivamente, ser modalidades de investigação mais adequadas para a caracterização das práticas lectivas mais privilegiadas pelos professores, para além de se tornarem mais vantajosas, quando também se pretende relacionar tais práticas com determinadas concepções do ensino.

## 5.2. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS

De entre as inúmeras mudanças que se evidenciam no nosso contemporâneo, as que se relacionam com a imagem e a posição da ciência parecem ocupar um lugar de destaque. De facto, a todo o momento se multiplicam os inventos tecnológicos e a todo o momento a produção científica tem sido ampliada, e tudo em nome do progresso legitimado pela obtenção de um, suposto, "paraíso terrestre". Mas, a par do progresso científico e tecnológico, as mesmas Ciência e Tecnologia que o tornam possível, acabam por ser referenciadas nas ameaças de catástrofes nucleares, no buraco de ozono, no efeito de estufa, como se se tratasse de algo potencialmente perigoso.

Duas implicações daqui resultam: se, por um lado, não mais se deverá ver a ciência como conhecimento ingénuo e inócuo em busca da verdade absoluta, por outro lado, também a tecnologia não deverá ser vista como simples aplicação do conhecimento científico. *A ciência e a tecnologia interactuam e influenciam o meio onde se produzem*; sem a tecnologia, não seria possível o desenvolvimento científico hoje verificado, mas certamente que sem o conhecimento científico as invenções técnicas também não poderiam ter lugar.

Por outro lado, uma das missões da nova educação científica para os próximos tempos será a definição de estratégias para conseguir lidar com a explosão do conhecimento científico e tecnológico a que hoje assistimos. E uma questão se coloca: será possível que a escola consiga ensinar todo o conhecimento científico e tecnológico que integra os produtos com que lidamos no dia-a-dia? Parece evidente que não. Eventualmente, as pessoas associarão os grandes investimentos, a máquina investigativa e a tecnologia que foi necessária para que um vulgar forno de micro-ondas faça parte dos acessórios da moderna cozinha, mas dificilmente terão acesso ao quadro teórico sob o qual decorreu tal investigação, pelo menos no âmbito da escolaridade obrigatória.

Mas, como se compreende, mais importante do que conhecer pormenorizadamente as leis e os princípios físicos e químicos que presidiram à construção daquele aparelho, a *descoberta* do seu funcionamento irá desenvolver nos alunos *hábitos e atitudes próprias da ciência*, paralelamente à necessidade de manipulação de objectos. Nesse sentido, o *conhecimento teórico e disciplinar* deixa de ficar enclausurado na sala de aula, deixa de se limitar à produção de textos

escritos no momento da avaliação, para ser utilizado em *contextos práticos e úteis* à compreensão do nosso quotidiano.

Por outro lado, perante a rapidez das *mudanças* (sociais, políticas, científicas, tecnológicas...) e dos *novos problemas* que caracterizam o nosso tempo, parece-nos admissível aguardar por algumas mudanças na educação em ciências, uma vez que é natural (imperioso, mesmo) que as perspectivas evoluam perante as novas necessidades. Estas necessidades derivam de dois tipos de mudanças: por um lado, as mudanças sociais que acabam por se reflectir na massa humana dos nossos alunos; por outro lado, as novas ideias oriundas da investigação educativa que pretendem influenciar o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, como diz Maria Odete Valente, « *o que precisamos para renovar a educação científica não são tanto as ideias novas, mas é cada vez mais um comprometimento muito profundo com princípios orientadores ... que acreditamos serem verdades*» (citada por Miguéns et al., 1996, p. 31).

É no contexto das recentes evoluções da educação em ciências que surgiu o ensino perspectivado para destacar as interacções entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (ensino CTS); e surge como forma de aproximar o ensino formal das ciências das reais necessidades e interesses dos alunos - de todos os alunos, como bem frisam Rutherford e Ahlgren (1995). Possibilita-se, dessa forma, um *mínimo de conhecimento científico e promove-se a compreensão de algumas das realísticas relações que esse conhecimento estabelece com a tecnologia e com a sociedade*; promove-se, no fundo, a *literacia científica* para todos os alunos, futuros decisores na moderna, democrática e tecnológica sociedade em que hoje vivemos.

Os estudos sobre o CTS já invadiram a literatura de especialidade há quase três décadas. As suas potencialidades, aparentemente, são imensas. Por outro lado, os objectivos que se pretende com tal metodologia parecem estar de acordo com o que de mais inovador há no campo educativo, e até as últimas reformas dos sistemas educativos no mundo ocidental privilegiaram tal abordagem para o ensino das diferentes disciplinas. Portanto, motivos não faltam para a implementação do ensino CTS, pelo menos nas classes enquadradas no ensino obrigatório; existem, no entanto, fortes barreiras, à sua efectiva generalização num futuro próximo, umas impostas pelos professores e outras, pelas próprias escolas.

O estudo por nós realizado, pretendeu, como já foi por nós salientado, ir ao encontro do pensamento dos professores de ciências no tocante às questões CTS,

analisando, simultaneamente, o grau de interacção destas concepções com outras concepções do ensino em ciências. Resta-nos, nesta altura, fazer uma **síntese das principais conclusões** que julgamos importante destacar, algumas das quais já foram antes salientadas:

1) A maioria dos professores investigados parece mover-se num quadro de pensamento-acção, onde, para além de assegurar o tratamento dos temas tradicionais da ciência disciplinar, não rejeita, por outro lado, a exploração de situações interdisciplinares, locais e quotidianas.

2) Na linha do afirmado, perfila-se um futuro onde passe a ter lugar o estudo de temas significativos para os alunos e de alguma flexibilidade no desenvolvimento do currículo.

3) Uma vez que o currículo de ciências parece não ser exclusivamente encarado pelos professores como visando o ensino do corpo de conhecimento da ciência disciplinar, começam a ser relevados outros componentes até agora pouco valorizados, como os procedimentos instrumentais, as questões epistemológicas da ciência e a análise interdisciplinar das situações;

4) Parece existir uma opinião claramente favorável à implementação de metodologias activas de ensino-aprendizagem, onde as aulas práticas e a participação dos alunos possam ocupar lugar de destaque, parecendo estas valências começar a merecer maior atenção do que o tradicional método de exposição-recepção.

5) Parece emergir, por outro lado, uma certa preocupação dos professores para com as ideias prévias dos seus alunos, como primeiro passo para a construção dos conhecimentos.

6) De entre as actividades de ensino-aprendizagem, surgem mais destacadas as actividades experimentais, independentemente da forma da sua inclusão: prevista na planificação ou improvisada no decorrer da explicação do professor.

7) No que se refere aos recursos privilegiados pelos professores de ciências, parece verificar-se uma opinião claramente favorável ao uso de diversos tipos de materiais na aula; o manual escolar continua, porém, a ser o suporte mais preferido

pelos professores, tudo apontando para que os professores se sintam satisfeitos com a qualidade dos que utilizam.

8) O estudo confirmou a dificuldade (natural) de enquadrar os professores em "modelos" previamente estabelecidos, de acordo com as suas concepções e práticas de ensino; tudo aponta para que os professores adotem diferentes modelos de pensamento-acção, consoante as circunstâncias.

9) De entre os diferentes "modelos de professores" que a bibliografia costuma salientar (transmissor, tecnológico, artesão, descobridor e construtivista), a maioria dos professores investigados parece tender para o "modelo artesão", dissonante da imagem de professor-transmissor com que tradicionalmente é encarado o professor de ciências.

10) A maioria dos professores parece atribuir grande utilidade à dinamização de actividades CTS e afirma ter dinamizado "algumas vezes" situações CTS nas suas aulas.

11) De entre vários constrangimentos impostos a uma generalizada implantação do ensino CTS, os professores destacam a actual carga horária (reduzida), a avaliação tradicional (ao privilegiar os conteúdos conceptuais), e a falta de materiais curriculares que contemplem temas CTS.

12) A maioria dos professores é favorável à inclusão de situações CTS no contexto das suas disciplinas de ciências, não favorecendo, por isso, a criação de uma nova disciplina especificamente vocacionada para a sua dinamização. De entre eles, são os professores mais jovens que mais concordam com tal posição (posição que não surge tão vincada nos professores de 4 a 6 anos de ensino).

13) Parecem não existir diferenças significativas entre a forma como os diferentes "modelos de professores" encaram e praticam o ensino CTS; ou seja, a forma como os professores perspectivam o currículo de ciências e suas metodologias parece ser pouco determinante da forma como perspectivam a integração dos temas CTS nas suas aulas. Este estudo vai, nesse sentido, ao encontro da perspectiva de Jiménez (1996) quando afirma que, apesar de possuírem crenças diferentes, a prática da maioria dos professores de ciências não regista grandes diferenças.

14) Foram detectadas algumas diferenças significativas na forma como os professores de determinado grupo disciplinar divergem das opiniões de colegas de outros grupos disciplinares. Por exemplo: os professores do 4º grupo do 2º ciclo são os que mais valorizam a introdução nos currículos de temas facultativos ou optativos, de interesse local; ou ainda, embora todos os professores discordem, genericamente, da total liberdade de o professor estabelecer localmente o currículo, os professores do 11ºB grupo são os que mais veementemente parecem assumir tal recusa.

15) De igual modo, verificou-se existirem diferenças significativas nas respostas dadas pelos professores com diferente experiência de ensino (1 a 3 anos; 4 a 6 anos; 7 a 15 anos; e mais de 16 anos de docência). Assim, encontramos algumas curiosidades relativamente aos professores com maior experiência (mais de 16 anos de docência): são estes que mais desfavorecem um aumento da actual carga horária para um correcto desenvolvimento do currículo de ciências, o que poderá ser explicado pela maior segurança do professor mais experiente para lidar com um programa; de igual modo, são estes professores (e os professores com 4 a 6 anos de experiência) que mais apoiam a prática laboratorial, divergindo claramente dos seus colegas em início da carreira; e também são estes professores com maior experiência que mais privilegiam o ensino expositivo, não sendo isso de estranhar dado o "peso" que tal metodologia exerceu num passado não muito distante.

16) Foram, por outro lado, detectadas diferenças significativas na forma como os professores com 4 a 6 anos de docência, relativamente aos seus colegas, valorizavam as metodologias activas de ensino, só explicável pela tentativa de diversificação das suas estratégias que, segundo a bibliografia, vem caracterizar o professor no final desta fase.

17) O estudo também confirmou que os professores em início da carreira são os que mais valorizam as actividades CTS como forma de permitir ao aluno a confirmação da utilidade daquilo que estuda.

18) Relacionado também com o tempo de serviço docente, são estes professores jovens que mais se declaram favoráveis à inclusão dos temas CTS como actividades complementares do ensino, o que pode ser explicado pela sua pouca experiência; tal posição é, no entanto, imediatamente modificada no escalão de tempo de serviço seguinte.

19) Dada a falta de profundidade conseguida com os aspectos investigados, confirmou-se o que costuma ser afirmado: o instrumento "questionário" não se revela o meio mais adequado para pesquisa de práticas dos professores.

Em face destas conclusões, julgamos ter fornecido algumas pistas importantes, principalmente para quem lida com as questões próximas da formação de professores, quer na sua vertente inicial, quer na tão ansiada formação contínua. De facto, este estudo de concepções aponta claramente para a necessidade de serem privilegiados aspectos do ensino-aprendizagem em ciências que normalmente são apontados como *deficit* na prática lectiva: a atenção para outros componentes do currículo, para além do fornecimento de informação científica, onde as questões interdisciplinares e com impacto local e regional gozem de ênfase particular; a implementação de metodologias de ensino-aprendizagem activas, onde o aluno passe a ter uma maior participação, com recurso a uma gama de suportes didácticos que extravasem a tradicional consulta do manual escolar; a opinião muito favorável para com a dinamização nas aulas de ciências de temas CTS, onde os temas da ciência sejam abordados em interacção com as relações de causa-efeito que possam ser estabelecidas entre eles e as problemáticas tecnológica, social e cultural.

A terminar, e em geito de síntese, apontaremos aquelas que, em nosso entender, constituem as **grandes implicações pedagógicas deste estudo**, neles incluindo algumas questões que, por terem ficado em aberto, justificariam o desenvolvimento de **investigações posteriores**:

1) Em primeiro lugar, é nossa convicção de que, depois do levantamento de opiniões, se torna essencial **investigar no terreno** a prática dos professores (observação de aulas), dada a distância que normalmente separa as concepções expressas das práticas efectivas (Jiménez, 1996).

2) Em segundo lugar, não poderemos, de forma alguma, ignorar a evolução do pensamento dos professores, sendo urgente que se facilite a transição do pensamento para a prática que todos aguardamos. Ora, tal questão prende-se, de perto, com as estratégias adoptadas na **formação dos professores**: se a informação e a opinião favorável até parecem residir entre os professores, resta fornecer-lhes as condições, a análise e a reflexão necessárias, quando se confrontam com estratégias de ensino onde têm lugar a interdisciplinaridade, os temas quotidianos e as relações CTS.

3) Se a alteração da carga horária das disciplinas ou dos sistemas habituais de avaliação dos conhecimentos são questões demasiado complexas para uma mudança no imediato, por forma a irem ao encontro dos requisitos que a dinamização de actividades CTS implicam, já a elaboração de manuais escolares com maior ênfase em tais actividades é tarefa perfeitamente acessível. Este é, pois, um desafio que é colocado aos **autores e às editoras** do nosso país.

A finalizar, e esperando que o ensino CTS deixe rapidamente de se limitar aos horizontes teóricos, para fazer parte da prática lectiva em ciências, julgamos pertinente e oportuno salientar que, mais importante do que saber se as ideias do movimento CTS vão ficar ligadas à concepção dos professores e se tais concepções se projectam em práticas nos currículos de ciências, o que verdadeiramente interessa é que este movimento, tal como outros do passado, vai deixar marcas, ideias, sugestões, vai alargar as metas da aprendizagem e possibilitar a introdução de novas formas de ensino.

# **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- A.A.A.S.- American Association for the Advance of Science (1989). Science for all americans. A project 2061 report on literacy goals in Science, Mathematics and Technology: Chapter 7- Human Society. *Bulletin of Science, technology & Society*, 10, 28-38.
- Aikenhead, G. S. (1988). An analyse of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (8), 607-629.
- Aleixandre, M. P. J. e Gutierrez, L. O. (1990). La ciencia como construcción social. *Cuadernos de Pedagogía*, 180, (CD-ROM).
- Aleixandre, M. P. J. (1995). O conhecimento funcional em Ciências: problemas na transferência a outros contextos. *Actas do V Encontro Nacional de Docentes-Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Alonso, A. V. e Mas M. A. M. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 199-213.
- Álvarez, M., Soneira, G. e Pizarro, I. (1993). Cómo percibe el alumnado algunas interacciones entre la ciencia-tecnología-género-sociedad. *Enseñanza de las Ciencias, número extra (IV congreso)*, 19-20.
- Amir, A. (1985). Some ideas about biology teaching in the future. In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Scince Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Arenas, C. (1994). Culturas y pedagogías. *Cuadernos de Pedagogía*, 221, (CD-ROM).
- Azevedo, M. (1994). *Teses, relatórios e trabalhos escolares. Sugestões para a sua elaboração*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Badillo, R. G. e Miranda, R. P. (1997). Concepciones curriculares de un grupo de profesores colombianos. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 105-106.

- Baez, A. V. (1987). Science, Technology and Environment. In A. V. baez, G. W. Knamiller e J. C. Smyth (Eds.), *The environment and Science and Technology Education*, vol. 8. Oxford: Pergamon Press.
- Barbosa, M. V. P. M. (1991). *Um contributo para o estudo da mudança de concepção do ensino das Ciências*. Tese de mestrado não publicada, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Lisboa.
- Barbosa, M. V., Carmo, J. M., Cruz, M. N., Pereira, M. P. e Guimarães, H. M. (1989). O ensino das Ciências no 3º ciclo da escolaridade básica. Algumas reflexões. *CTS*, (7/8), Janeiro- Junho, 75-87.
- Barroso (1997). Da formação de professores à formação das escolas. (Texto distribuído aos participantes da abertura oficial das comemorações do 25º aniversário da ESSMO- Tomar).
- Bijker, W. E. (1996). Epílogo. In A. Alonso, I. Ayestarán e N. Ursúa (Coord.), *Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Estella: Editorial Verbo Divino.
- Bingle, W. H. e Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185-201.
- Blosser, P. E. (1990). Current projects and activities in K-12 science education curriculum. *Eric Digest 3214194*.
- Blosser, P. e Helgenson, S. L. (1990). Selected procedures for improving the science curriculum. *Eric Digest 325303*.
- Borreguero, P. e Rivas, F. (1995). Una aproximación empírica a través de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en estudiantes de secundaria y universitarios valencianos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 363-370.
- Botía, A. B. (1992). *Los contenidos actitudiniais en el currículo de la reforma*. Madrid: Editorial Escuela Española, S. A.

- Bradford, C. S., Rubba, P. A. e Harkness, W. L. (1995). Views about Science-Technology- Society interactions held by college students in general education physics and STS courses. *Science Education*, 79 (4), 355- 373.
- Bryman, A. e Cramer, D. (1993). *Análise de dados em ciências sociais- Introdução às técnicas utilizando o SPSS*. Oeiras: Celta Editores.
- Bruner, J. S. (1985). Cultura, políticos y pedagogía. *Cuadernos de Pedagogía*, 121, (CD-ROM).
- Bueno, A. P. (1995). Reflexiones para la seleccione de los contenidos procedimentales en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 5, 77-87.
- Bueno, M. R. (1997). Algunas visiones del profesorado de ciencias en formación secundaria sobre la naturaleza de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias, número extra, V Congreso*, 119-120.
- Bugliarello, G. (1995). Science, Technology and Society. *Bulletin of Science Technology & Society*, 15 (5-6), 228-234.
- Burden, P. (1990). Teacher development. In W. R. Houston (Ed.) *Handbook of research on teacher education*, New York: Macmillam ed.
- Bybee, R. W. e Mau, T. (1986). Science and technology related global problems: an international survey of science educators. *Journal of research in science teaching*, 23 (7), 599-618.
- Bybee, R. W. e Landes, N. M. (1988). The science-technology-society (STS) theme in elementary school science. *Bulletin of Science Technology & Society*, 8, 573-579.
- Bybee, R. W. e DeBoer, G. E. (1994). Research on goals for the science curriculum. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research Science Teaching and Learning*. New York: NSTA/ Macmillan Publishing Company.
- Caamaño, A. (1994). Estructura y evolución de los Proyectos de Ciencias Experimentales. *Alambique- Didactica de las Ciencias Experimentales*, 1, 8-20.

- Caamaño, A. (1995). La educación CTS: una necesidad en el diseño del currículum de Ciencias. *Alambique- Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, 4-6.
- Cachapuz, A. F. (1995). O ensino das Ciências para a excelência da aprendizagem. In A. D. de Carvalho (org.), *Novas metodologias em Educação*. Porto: Porto Editora.
- Callejas, R.M.M. (1997). Concepciones epistemológicas y didácticas de los profesores universitarios de Ciencias Naturales: implicaciones para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 85-86.
- Canada's Ministers of Education (1996). *Pan canadien Science Project*. CBS Summary Report 8:31 A.M. 19/12/96.
- Cañal, P. (1997). Cómo analizar y evaluar las estrategias de enseñanza de las Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 87-88.
- Candeias, A. M. A. (1997). *Atitudes face à escola- um estudo exploratório com alunos do 3º ciclo do ensino básico*. Évora: Publicações Universidade de Évora.
- Carmen, L. M. (1975). La enseñanza de las ciencias en los estudios secundarios. *Cuadernos de Pedagogía*, 1, (CD-ROM).
- Carmo, J. M. (1995). Percepção dos professores do ensino e do programa de Ciências da Natureza faces às necessidades do currículo. In *Actas do V Encontro Nacional de Docentes- Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Carniatio, I. e Fossa, A.M. (1997). A crença docente e os obstáculos epistemológicos. Uma pesquisa em ensino com professores do curso de Ciências Biológicas. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 89-90.

- Carr, M., Barker, M., Bell, B., Biddulph, F., Jones, A., Kirkwood, V., Pearson, J. e Symington, D. (1994). The constructivist Paradigm and Some Implications for Science Content and Pedagogy. In P. J. Fensham e R. T. White (Eds.), *The content of science- a constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press.
- Carretero, M. (1986). Vigotski. La concepción del desarrollo. *Cuadernos de pedagogía*, 141, (CD-ROM).
- Carrilho, M. M. (1994). *A filosofia das ciências-de Bacon a Feyerabend*. Lisboa: Editorial Presença.
- Casais, A. C. (1992). Relación escuela-sociedad. *Cuadernos de Pedagogía*, 205, (CD- ROM)
- Casimiro, J. e Faisca, A. (1989). As atitudes do público perante a Ciência e a Tecnologia. *CTS*, (7/8), Janeiro- Junho, 5-7.
- Celay, I. M. G. (1987). Motivación y adolescencia. *Cuadernos de Pedagogía*, 146, (CD-ROM).
- César, M. A. P. S. (1988). *A perspectiva piagetiana da aprendizagem*. Relatório sobre uma aula teórico-prática da cadeira de Psicologia Educacional apresentada no âmbito das provas de aptidão pedagógica e capacidade prevista no Estatuto da Carreira Docente Universitária. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Chapman, B. (1985). Problems, perspectives, paradoxes, possibilities- a look at the implications. In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Charum, J. (1995). Del proyecto al programa de investigación: los estudios de ciencia, tecnología y cultura. *Revista de la Universidad del Valle*, 10, 42-53.
- Cid, M. C. (1995). *A Ciência- Tecnologia- Sociedade na formação dos professores e efeitos na aprendizagem dos alunos*. Tese de mestrado não publicada, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Lisboa.

- Clark, M. (1989). *Biological and Health Sciences. Report of the project 2061 phase I- biological and health sciences panel*. Washington: American Association for the Advance of Science.
- Coombs; P. H. (1989). *La crise mondiale de l'education*. Bruxelles: De Boeck-Wesmael, S. A. (Trabalho original em inglês publicado em 1985).
- Cozzens, S. E. (1990). The disappearing disciplines of STS. *Bulletin of Science Technology Society*, 10, 1-5.
- Cubero, R. (1995). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Díada Editora S.L.
- Delval, J. (1994). Cantidad o calidad? *Cuadernos de Pedagogía*, 225, (CD-ROM).
- Desfilis, E. S., Blasco, J. P. e Seguí, P. V. (1994). Perspectiva del ciclo vital. In V. Bermejo (Ed.), *Desarrollo cognitivo*, Madrid, Editions Síntesis, S.A.
- Dewey, J. (1995). Science as subject-matter and as method. *Science Education*, 4, 391-398. (Trabalho original publicado em 1910).
- Dias, A. R., Gonçalves, M. E., Oliveira, J. A. V. e Ramos, J. J. M. (1987). Ciência e opinião pública portuguesa. *CTS*, 2, Maio- Agosto, 5-32.
- Díaz, J. A. A. (1993a). Qué piensam los estudiantes sobre la ciencia? Un enfoque CTS. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, (IV congreso)*, 11-12.
- Díaz, J. A. A. (1993b). Actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias físicas, naturales y matemáticas en BUP y COU. Un estudio sobre tres dimensiones. *Enseñanza de las Ciencias, número extra (IV congreso)*, 11-12.
- Díaz, J. A. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 35-44.
- Driver, R. e Oldham, V. (1995). Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en Ciencias. In R. Porlán, J. E. García e P. Cañal (compiladores), *Constructivismo y enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Díada Editora S. L.

- Duschl, R. A. (1990). *Reestructuring science education. The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Duschl, R. A. (1994). Research on History and Philosophy of Science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research Science Teaching and Learning*. New York: NSTA/ Macmillan Publishing Company.
- Dulski, R. E., Dulski, R. E. e Raven, R. J. (1995). Attitudes toward nuclear energy: one potential path for achieving scientific literacy. *Science Education*, 79 (2), 167-187.
- D'Hainaut, L. (1990). *Conceitos e métodos da estatística: Vol I. Uma variável a uma dimensão*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. (Trabalho original em francês publicado em 1975).
- Echelata, G. (1985). Interacción social e desarrollo intelectual. *Cuadernos de Pedagogía*, 131, (CD-ROM).
- Espinosa, J. e Román, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan al rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 9 (2), 151-154.
- Faria, M. A. (1991). Concepções de professores do 1º ciclo do ensino básico sobre Ciência, Ciência na escola, ensinar e aprender Ciência. In I. P. Martins, A. I. Andrade, A. Moreira, M. H. A. Sá, N. Costa e A. F. Paredes (Eds.), *Actas do 2º Encontro Nacional de Didáticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Feiman-Nemser, S. e Floden, R. (1986). The cultures of teaching. In M: Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*. London: Colier Macmillan Publishers.
- Felgueiras, M. M. P. S. L. (1993). *Determinantes epistemológicas no currículo*. Tese de mestrado não publicada, Universidade do Porto, Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, Porto.

- Fensham, P. J.(1987). Changing to science, society and technology approach. In J. L. Lewis e P. J. Kelly (Eds.), *Science and Technology Education and future human needs, vol.1*. Oxford: Pergamon Press.
- Fensham, P.J., Gunstone, R. F. e White, R. T. (1994). Part I. Science content and constructivist views of learning and teaching. In P. J. Fensham, R. F. Gunstone e R. T. White (Eds.), *The content of science- a constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press.
- Feyerabend, P. (1975). How to defend society against science. *Radical Philosophy*, 3-8.
- Finley, F. N. (1983). Science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (1), 47-54.
- Flor, J. I. (1993). Resistencias a la innovación y al cambio en la concepción de la educación ambiental y en las prácticas que realiza el profesorado. *Enseñanza de las Ciencias, número extra (IV Congreso)*, 165-166.
- Fonseca, J. (1996). Educação científica em Portugal: situação, problemas e programas de acção. *Revista de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, VI (1)*, 121-125.
- Fourez, G. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles: De Boeck-Wesmael s. a.
- Freire, A. M. (1994). A dimensão Ciência/Tecnologia/Sociedade no ensino da Física. A perspectiva dos professores. *Revista da Educação, IV, 1/2*, 69-77.
- Freitas, M. e Duarte, M. C. (1990). Ensino da Biologia: implicações da investigação sobre concepções alternativas dos alunos. *Aprendizagem e desenvolvimento. III, (11/12)*, 129-134.
- Fuller, S. (1996). Perspectives: rediscovering the contexts of discovery and justification of scientific knowledge. *Bulletin of Science Technology Society*, 16, 4, 167-168.

- Garret, R. M. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. *Alambique- Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 5, 6-15.
- Gaskell, P. J. (1982). Science Education for citizens: perspectives and issues. I- Science, Technology and Society: issues for science teachers. *Studies in Science Education*, 9, 33-46.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. e Torregrosa, J. M. (1991). *La enseñanza de las Ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: I. C. E. Universitat Barcelona/ Editorial Horsori.
- Gilbert, J. K. (1995). Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (1), 15-24.
- Gisbert, T. S. e López, A. B. (1988). *Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid: : Narcea, S.A. de Ediciones.
- Godinho, M. D. P. (1996). *Análise da contribuição do actual ensino de Física e Química na formação das concepções dos alunos sobre as interações CTS. Um estudo comparativo*. Tese de mestrado não publicada, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Lisboa.
- Gómez; I., Izquierdo, M., Mauri, T. e Sanmartí, N. (1989). La selección de contenidos en las ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 168, (CD-ROM).
- Goncet, R. G., Stiefel, B. M., Jiminez, E. O. e Gisbert, T. S. (1990). *Enseñanza de las Ciencias en la Education intermedia*. Madrid: Ediciones Rialp, S. A.
- González, F. e Escartín, N. E. (1996). Qué piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 331-342.
- Good, R., Herron, J., Lawson, A e Renner, J. (1985). The domain of science education. *Science Education*, 69, 139-141.
- Gronlund, L. E. (1993). Understanding the National Goals. *Eric Digest* 358581.
- Gutiérrez, L. O., Aleixandre, M. P. J. e Barral, F. L. (1991). El proyecto ACES de ciencia e tecnología. *Cuadernos de pedagogía*, 194, (CD-ROM).

- Hall, W. C. (1985). Science/Technology/Society education. Reasons for current interest and problems to overcome. In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Hansen, K. H. e Olson, J. (1996). How teachers construe curriculum integration: the science, technology, society (STS) movement as "Bildung". *Journal of Curriculum Studies*, 28 (6), 669-682.
- Hawkins, D. (1994). Part II. Constructivism. some history. In P. J. Fensham, R. F. Gunstone e R. T. White (Eds.), *The content of science- A constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press.
- Hewson, P. W. e Hewson, G. A'B (1987). Science teachers' conceptions of teaching: implications for teacher education. *International Journal of Science Education*, 9 (4), 425-440.
- Herrera, D. B: (1993). Actitud hacia la ciencia y la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, número extra (IV congreso)*, 27-28.
- Hobson, A. (1996). Relevant science: STS-oriented science courses for all the students. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 16 (1-2), 13-15
- Hodson, D. (1985). Philosophy of Science, Science and Science Education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- Hodson, D. (1995). Filosofia de la ciencia y educacion cientifica. In R. Porlán, J. E. García e P. Cañal (comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias* (2ª ed.). Sevilla: Díada Editora S.L. (Original publicado em inglês e reimpressão de *Journal of Philosophy of Education*, vol. 20, nº 2, 1986).
- Hofstein, A. e Yager, R. E. (1982). Societal issues as organizers for science education in the 80s. *School Science and Mathematics*, 82, 539-547.
- Hofstein, A. e Yager, R. E. (1985). Science Education: application and implication. In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.

- Holford, D. (1985). Training science teachers for 'Science-Technology-Society' roles. In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Huberman, M. (1992). O ciclo de vida profissional dos professores. In A. Nóvoa, *Vidas de professores*. Porto, Porto Editora.
- Hurd, P. (1987). Ciência- Tecnologia- Sociedade: um novo contexto para o ensino da ciência no secundário. *CTS, (2), Maio- Agosto, 51-55*.
- Hurd, P. (1990). Historical and philosophical insights on scientific literacy. *Bulletin on Science, Technology and Society, X, 133-136*.
- Hurd, P. (1994). New minds for a new age: prologue to modernizing the science curriculum. *Science Education, 78 (1), 103-116*.
- I.E.P.S.- Instituto de Estudios Pedagogicos Somosaguas (1984). *Aproximacion didactica al metodo científico*. Madrid: Narcea, S. A. Ediciones.
- Iglesia, P. M. (1995). CTS en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Alambique- Didactica de las Ciencias Experimentales, 3, 7-12*.
- Iglesia, P. M. (1997a). Una revisión del movimiento educativo Ciencia- Tecnología- Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias, 15 (1), 51-57*.
- Iglesia, P. M. (1997b). Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique- Didactica de las Ciencias Experimentales, 13, 37-44*.
- Jiménez, V. M. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, 14 (3), 289- 302*.
- Jorge, M. e Oliveira, T. (1988). Ensino-aprendizagem das Ciências. Uma proposta de acção. In M. Sequeira, L. Leite e M. Freitas (Eds.), *Actas do I Encontro sobre Educação em Ciências*. Braga: Universidade de Braga.

- Kelly, G. J., Carlsen, W. S. e Cunningham, C. M. (1993). Science education in sociocultural context: perspectives from the sociology of science. *Science Education*, 77 (2), 207-220.
- Kile, W. (1996). Scientific literacy: where do we go from here? *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), 1007-1009.
- Kirkham, J. (1989). Balanced science: equilibrium between context, process and content. In J. Wellington (Ed.), *Skills and processes in Science Education. A critical analysis*. London: Routledge.
- Kline, S. J. (1995). A curriculum for the citizen of the 21st century. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 15 (4), 169-177.
- Koertge, N. (1969/1996). Toward an integration of content and method in science curriculum. *Science & Education*, 5, 391- 406.
- Kozol, J. (1987). Analfabetos «made in USA». *Cuadernos de Pedagogía*, 179, (CD-ROM).
- Kranzberg, M. (1990). The uses of history in studies of Science, Technology and Society. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 10, 6-11.
- Kromhout, R. e Good, R. (1983). Beware of societal issues as organizers for science education. *School Science and Mathematics*, 83, 647-650.
- Kuhn, T. S. (1989). *Qué son las revoluciones científicas? Y otros ensayos*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A. (Trabalho original em inglês publicado em 1987)
- Layton, D. (1986). Science education and values education- an essential tension. In J. Brown, A. Cooper, T. Horton, F. Toast e D. Zeldin (Eds.), *Science in schools*. Milton Keynes: Open University Press.
- Lee, O: (1997). Scientific literacy for all: what is it, and how can we achieve it? *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (3), 219-222.

- Lewis, J. L. (1985). Science and society. In G. B. Harrison (ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Lewis, J. L. (1987). Teaching the relevant of science for society: the science in Society Project. In J. L. Lewis e P. J. Kelly (Eds.), *Science and Technology Education and future human needs, vol.1*. Oxford: Pergamon Press.
- Liorens, M. (1980). La ciencia: puente entre el niño y su medio. *Cuadernos de Pedagogía*, 67/68, (CD-ROM).
- Lisowski, M. (1997). Science-Technology-Society in the Science Curriculum. *ERIC/SMEAC Special Digest n°2*.
- Lopes, A. R. C. (1993). Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino das Ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 324-330.
- Macaskill, C. e Ogborn, J. (1996). Science and technology. *School science Review*, 77 (281), 55-61.
- Manacorda, M. A. (1980). La pedagogía de Vigotski. *Cuadernos de Pedagogía*, 64, (CD-ROM).
- Marimón, M. M. (1994). Una mirada constructivista. *Cuadernos de Pedagogía*, 207, (CD- ROM).
- Marín, N. Gómez, E. J. e Benarroch, A. (1997). Delimitación de «lo que el alumno sabe» a partir de objetivos y modelos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 215-224.
- Marques, R. (1995). Teorias da aprendizagem: implicações para a sala de aula. *Revista da Escola Superior de Educação de Santarém*, 6, 23-28.
- Martins, I. P. (1995a). *Relatório da disciplina de Didáctica das Ciências*. Relatório elaborado nos termos do n°2 do art.44° do D. L. 448/79, de 13 de Novembro. Aveiro: Universidade de Aveiro.

- Martins, I. P. (1995b). A ciência e a cultura científica: desafios na formação de professores. In *Actas do V Encontro Nacional de Docentes-Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Martins, I. P. (1996). Questionando a educação formal em ciências. *Revista de Educação da Faculdades de Ciências da Universidade de Lisboa*, VI, 1, 117-120.
- Más, C. J. F. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 188-199.
- Más, C. J. F. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. *Alambique-Didáctica de las ciencias experimentales*, 7, 7-17.
- Matarredona, J. S. (1990). Las actitudes. *Cuadernos de Pedagogía*, 180, (CD-ROM).
- Mathews, M. R. (1994). *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Mato, M. C., Mestres, A. e Repetto, E. (1993). Actividades de la vida cotidiana en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias, número extra (IV congreso)*, 99-100.
- McGrath, C. (1993). Science, Technology and Society. In R. Hull (Ed.), *ASE Secondary Science Teacher's Handbook*. Herts: Simon e Schuster Education.
- M.E.-Ministério da Educação/ Departamento da Educação Básica (s/ data). *Programa de Físico-Química- Ensino Básico- 8º ano*.
- M.E.-Ministério da Educação/ Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário (s/ data). *Objectivos gerais de ciclo- Ensino básico- 1º, 2º e 3º ciclo*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- M.E.-Ministério da Educação/ Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário (1991a). *Programa de Ciências da Natureza- Ensino Básico- 2º ciclo*.

- M.E.-Ministério da Educação/ Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário (1991b). *Programa de Ciências Naturais- Ensino Básico- 3º ciclo*.
- M.E.-Ministério da Educação/ Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário (1991c). *Programas de Ciências da Terra e da Vida, Biologia e Geologia- Ensino Secundário*.
- M.E.-Ministério da Educação/ Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário (1991d). *Organização curricular e programas- 2º ciclo, vol.I*. Lisboa: Imprensa Nacional da Casa da Moeda.
- M.E.-Ministério da Educação (1996). *Projecto "Reflexão participada sobre os currículos do ensino básico"- documento de trabalho*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- M.E.-Ministério da Educação/ Departamento do Ensino Secundário (1997a). *Encontros no Secundário- Documentos de apoio ao debate-1*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- M.E.-Ministério da Educação/ Departamento de Avaliação, Prospectiva e Planeamento (1997b). *Estatísticas da Educação 95*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- M.E.C- Ministerio de Educación y Ciencia/ Editorial Escuela Española (1993). *Propuestas de sequencia- Ciencias de la Naturaleza- Secundaria Obligatoria*. Madrid: Centro de Publicaciones del M.E.C. y Editorial Escuela Española, S.A.
- Mellado, V. (1997). La investigación sobre el profesorado de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 113-114.
- Michigan Department of Education (1997). *Master Plan for Michigan's Mathematics and Science Centers*. <http://cdp.mde.state.mi.us/Programs/MasCenters/MasterPlan.html>.

- Miguéns, M., Serra, P., Simões, H. e Roldão, M. C. (1996). *Dimensões formativas de disciplinas do ensino básico*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Millar, R. (1993). Science Education and Public understanding of Science. In R. Hull (Ed.), *ASE Secondary Science Teacher's Handbook*. Herts: Simon and Schuster Education.
- Millar, R. (1996a). Designing a curriculum public for a understanding of science. *Educational in Science*, 8-10.
- Millar, R. (1996b). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77 (280), 7-18.
- Miras, M. (1995). Un punto de partida para el aprendizaje de nuevos contenidos: los conocimientos previos. In C. Coll, E. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé e A. Zaballa (Eds.), *El constructivismo en la aula*. Barcelona: Editorial Graó de Serveis Pedagògics.
- Mitcham, C. (1996a). Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción conceptual. In A. Alonso, I. Ayestarán e N. Ursúa (Coord.), *Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Estella: Editorial Verbo Divino.
- Mitcham, C. (1996b). Un campo interdisciplinar: la historia, filosofía, economía y sociología de la ciencia y la tecnología. In A. Alonso, I. Ayestarán e N. Ursúa (Coord.), *Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Estella: Editorial Verbo Divino.
- Mitchener, C. P. e Anderson, R. D. (1987). Teachers' perspectives: developing and implementing an STS curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 351-369.
- Mogarro, M. J. (1995). O pensamento dos professores: um paradigma de formação. *Revista Aprender, Escola Superior de Educação de Portalegre*, 18, 21-33.
- Morais, A. M. (1994). A inovação «Ciência, Tecnologia e Sociedade» no ensino das ciências. Uma análise sociológica. *Colóquio- Educação e Sociedade*, 6, 87-99.

- Neto, A. J. (1994). *Diversidade e cooperação metodológica: um imperativo na investigação educacional*. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Neto, A. J. (1995). *Contributos para uma nova didáctica da resolução de problemas: um estudo de orientação metacognitiva em aulas de física no ensino secundário*. Tese de Doutoramento não publicada, Universidade de Évora, Évora.
- Neto, D. (1997, 11 de Junho). *Portugal entre os piores*. Público, p. 27.
- Nobre, A. M. G. (1995). *A Educação e o ensino das Ciências*. Tese de mestrado não publicada, Universidade de Coimbra, Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, Coimbra.
- Novak, J. D. (1995). El constructivismo humano: hacia la unidad en la elaboracion de significados psicologicos y epistemologicos. In R. Porlán, J. E. García e P. Cañal (comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias* (2ª ed.). Sevilla: Díada Editora S.L.(Trabalho original em inglês apresentado no Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics Education, Ithaca, 27/Julho/1987)
- NSTA- National Science Teachers American (1990). Science/Technology/Society: a new effort for providing appropriate science for all. *Bulletin of Science Technology Society*, 20, 249-250.
- Nunes, M. R. B. M. C. (1996). *Construção de um instrumento para detecção dos pontos de vista dos alunos do 2º ciclo de escolaridade obrigatória sobre Ciência- Tecnologia- Sociedade (CTS)*. Tese de mestrado não publicada, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Lisboa.
- Obach, D. (1995). El proyecto SATIS. *Alambique- Didactica de las Ciencias Experimentales*, 3, 39-44.
- Ogawa, M. (1989). Family-based STS education: a new approach. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 9, 239-234.

- Ogborn, J. (1988). The nature of science and its implications for science for all. In M. Sequeira, L. Leite e M. Freitas (Eds), *Actas do I Encontro sobre Educação em Ciências*. Braga, Universidade de Braga.
- Oliveira, V. (1991). A metodologia do ensino da Química do 12º ano e a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade. In I. P. Martins, A. I. Andrade, A. Moreira, M. H. Sá, N. Costa e F. A. paredes (Eds.), *Actas do 2º Encontro Nacional de Didáticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro, Universidade de Aveiro.
- Onrubia, J. (1995). Enseñar: crear zonas de desarrollo próximo y intervenir en ellas. In C. Coll, E. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé y A. Zaballa (Eds.), *El constructivismo en la aula*. Barcelona: Editorial Graó de Serveis Pedagògics.
- Ost, D. H. e Yager, R. E. (1993). Biology, STS & the next steps in program design & curriculum development. *The American Biology Teacher*,. 55, (5), 282-287.
- Paixão, M. F. C. S. (1993). *Os desafios da reforma curricular e a formação de professores de Ciências da Natureza do 1º ciclo do ensino básico. A prática pedagógica como indicador de mudanças necessárias*. Tese de mestrado não publicada, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Patrício, M.F. (1996). *Teoria da Educação*. Texto não publicado, Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, Évora.
- Pedretti, E. (1996). Learning about Science, Technology, and Society (STS) through an action research project: co-constructing an issues-based model for STS education. *School Science and mathematics*, 96 (8), 432-440.
- Pedretti, E. e Hodson, D. (1995). From rhetoric to action: implementing STS education through action research. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (5), 463-485.
- Penick, J. E. (1984). *Prologue: seeking excellent STS programs*. In J. E. Penick e R. M. Pellens (Eds.), *NSTA- Focus in Excellence, Vol.1, nº 5*. Iowa City: Science Education Center. University of Iowa.

- Penick, J. E. e Pellens, R. K. M. (1984). Science/Technology/Society: a critique. In J. E. Penick e R. M. Pellens (Eds.), *NSTA- Focus in Excellence, Vol.1, nº 5. Iowa City: Science Education Center. University of Iowa.*
- Pérez, D. G. (1991). Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias, 9* (1), 60-77.
- Pérez, D. G. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias, 11* (2), 197-212.
- Pérez, D. G. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones e perspectivas. *Enseñanza de las ciencias, 12*, (2), 154-164.
- Pérez, D. G. (1996). New trends in science education. *International Journal in Science Education, 18* (8), 889-901.
- Pérez, M. V. V., Bueno, A. P., Hernández, E. B. e Blanco, G. S. (1990). *Problemática didáctica del aprendizaje de las ciencias experimentales.* Murcia: Universidad de Murcia.
- Pérez, D. G., Cudmani, L. C. e Sandoval, J. S. (1993). Las representaciones gráficas de un ciclo de investigación: una forma de explicitar las concepciones sobre el trabajo científico...y de contribuir a su transformación. *Enseñanza de las Ciencias, número extra (IV Congreso), 67-68.*
- Piel, E. J. (1984). Science/Technology/Society interactions: teaching in the secondary school. In J. E. Penick e R. M. Pellens (Eds.), *Focus on Excellence, Vol.1. nº 5.* Iowa City: Science Education Center- University of Iowa.
- Pope, M. e Gilbert, J. (1995). La experiencia personal y la construcción del conocimiento en ciencias. In R. Porlán, J. E. García e P. Cañal (comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias* (2ªed.). Sevilla: Díada Editora S.L. (trabajo original em inglês, publicado na Science Education, 67 (2), 193-203)

- Porlán, R. A., Rivero, A. G. e Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.
- Posada, J. M. (1996). Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: influencia del contexto. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 303-314.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. e Gertzog, W. A. (1995). Acomodacion de un concepto científico: hacia una teoria del cambio conceptual. In R. Porlán, J. E. García e P. Cañal (Comp.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias* (2ªed.). Sevilla: Díada Editora S.L. (trabalho original em inglês, publicado na Science Education 66 (2), 221-227)
- Pozo, J. I. (1996). Las ideas del alumnado sobre ciencia: de dónde vienen, a dónde van...y mientras tanto qué hacemos con ellas. In *Alambique-Didactica de las ciencias experimentales*, 7, 18-26.
- Praia, J. F. (1996). Da insatisfação de uma educação científica actual à necessidade de uma reflexão (re)vitalizadora em torno da filosofia e da história da ciência. *Revista de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, VI, 1, 105-111.
- Praia, J. e Cachapuz, F. (1994). Un análisis de las concepciones acerca de la natureleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 350-354.
- Praia, J. e Cachapuz, A. (1997). Práticas de professores de ciências: sua análise à luz de novas orientações epistemológicas-didáticas. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 117-118.
- Ramos, L. (1991). A escola e a vida activa- tendências contemporâneas *Actas da Conferência Nacional "Novos rumos para o ensino tecnológico e profissional"*. Porto: Ministério da Educação/ GETAP.
- Ramos, R. Y. (1993). Las transversales: conocimiento y actitudes. *Cuadernos de Pedagogía*, 217, (CD-ROM).

- Ramsden, J. (1994). Context and activity-based science in action. Some teacher's views of the effects on pupils. *School Science Review*, 75 (272), 7-14.
- Recasens, J., López, F., Guiu, J., González, F. e Flecha, R. (1990). Una investigación sobre analfabetismo funcional. *Cadernos de Pedagogía*, 179, (CD-ROM).
- Reis, M. F. (1995). *Educação Tecnológica: a montanha pariu um rato?* Porto: Porto Editora.
- Rio, P. (1986). Vigotski. Una sinfonía inacabada. *Cuadernos de Pedagogía*, 141, (CD-ROM).
- Rivière, A. (1988). *La psicología de Vygotski* (3ª Ed.). Madrid: Visor Distribuciones.
- Rodrigo, J. R., Rodriguez, A. e Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas- una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid, Visor Distribuciones S.A.
- Rodrigues, A. (1991). Competência geral e competências específicas: o dilema entre aprender a aprender e «um certo» saber fazer. *Actas da Conferência Nacional "Novos rumos para o ensino tecnológico e profissional"*. Porto: Ministério da Educação/ GETAP.
- Rodrigues, L. (1991). Uma condição profissional do futuro: polivalência. *Actas da Conferência Nacional "Novos rumos para o ensino tecnológico e profissional"*. Porto: Ministério da Educação/ GETAP.
- Roy, R. (1995). The laws of "STS" and the laws of science. *Bulletin of Science Technology Society*, 15 (1), 1-2.
- Royal Society (1987). Compreensão da Ciência pelo Público. (tradução não integral do relatório original em inglês). *CTS*, (2), Maio- Agosto, 83-99.
- Rubba, P. A. e Harkness, W. L. (1993). Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science-technology-society interactions. *Science Education*, 77 (4), 407-431.

- Rutherford, F. J. e Ahlgren, A. (1995). *Ciência para Todos*. Lisboa: Gradiva Publicações. (Trabalho original em inglês publicado em 1989).
- Saltiel, E., Méheut, M. e Kaminski, W. (1997). Conceptions de l'enseignement et attitudes vis à vis de la formation professionnelle. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 125.
- Salvador, C. C. (1991). Concepción constructivista y planteamiento curricular. *Cuadernos de Pedagogía, 188*, (CD-ROM).
- Santomé, J. T. (1994). Contenidos interdisciplinares y relevantes. *Cuadernos de Pedagogía, 225*, (CD-ROM).
- Santos, B. S. (1996). *Um discurso sobre as Ciências* (8ª Ed.). Porto: Edições Afrontamento.
- Santos, M. E. V. M. (1991a). *Mudança conceptual na sala de aula- um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. V. M. (1991b). Concepções alternativas dos alunos. In M. T. Oliveira (Coord.), *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Santos, M. E. V. M. e Valente, M. O. (1995a). A inclusão de materiais CTS nos manuais de Ciências. O que temos? O que queremos? In *Actas do V Encontro Nacional de Docentes-Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Santos, M. E. V. M. e Valente, M. O. (1995b). Atmosfera CTS nos currículos e nos manuais. *Noesis, 34*, 22-27.
- Saraiva, L. (1995). Aprender ciência- aprender sobre ciência. In *Actas do V Encontro Nacional de Docentes-Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Saskatchewan Education (1997). *Curriculum and Instruction Branc. The Evergreen Curriculum*. <http://www.sasked.gov.sk.ca/docs/physics/scilphy.html>.

- Schibeci, R. A. (1990). Public knowledge and perceptions of science and technology. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 10, 86-92.
- Seabra, J. A. (1991). Novos rumos para o ensino técnico e profissional, à luz da convenção aprovada pela última conferência geral da UNESCO. *Actas da Conferência Nacional "Novos rumos para o ensino tecnológico e profissional"*. Porto: Ministério da Educação/ GETAP.
- Sequeira, M. J. C. (1988). Ciência, Tecnologia e Sociedade. Inter-relações e implicações para o ensino das Ciências. In M. Sequeira, L. Leite e M. Freitas (Eds.), *Actas do I Encontro sobre Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- Sequeira, M. J. C. (1990). Contributos e limitações da teoria de Piaget para a educação em Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 3 (2), 21-35.
- Sequeira, M. J. C. (1995). *Metodologia do ensino das ciências no contexto ciência-tecnologia-sociedade*. Comunicação apresentada no III Encontro Nacional de Didáticas/Metodologias da Educação, Universidade do Minho, Braga.
- Sequeira, M. J. C. (1996). Educação e cultura científica. Algumas reflexões sobre o ensino das ciências em Portugal. *Revista de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, VI (1), 113-115.
- Sequeira, M. e Leite, L. (1988). A história da ciência no ensino-aprendizagem das ciências, *Revista Portuguesa de Educação*, 1 (2), 29-40.
- Serrano, M. C. e Martins, I. P. (1997). Das lacunas na formação inicial de professores de Geologia e Química à inovação num ensino contextualizado. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 157-158.
- Simpson, R. D., Koballa Jr., T. R., Oliver, J. S. e Crawley, F. E. III (1994). Research on the affective dimension of science learning. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research Science Teaching and Learning*. New York: NSTA/ Macmillan Publishing Company.
- Smolska, E. K. T. (1990). Scientific literacy in developed and developing countries. *International Journal of Science Education*, 12 (5), 473-480.

- Smolska, E. K. T. (1996). Scientific Culture, Multiculturalism and the Science Classroom. *Science and Education*, 5, 21-29.
- Solbes, J., Nebot, V. e Ribelles, R. (1993). Una actividad C.T.S. en las Ciencias de la Naturaleza de 4º de E.S.O.: L'Hort de Trenor. *Enseñanza de las Ciencias, número extra (IV congreso)*, 131-132.
- Solbes, J. e Vilches (1989). Las interacciones ciencia/técnica/entorno natural y social: una propuesta de materiales. *Enseñanza de las ciencias, número extra (III Congreso), tomo 2*, 302-305.
- Solbes, J. e Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las Ciencias*, 10, (2), 181-186.
- Solbes, J. e Vilches, A. (1993). El modelo de enseñanza por investigación y las relaciones C/T/S. Resultados de una experiencia llevada a cabo con alumnos de BUP y COU. *Enseñanza de las Ciencias, número extra (IV congreso)*, 133-134.
- Solbes, J. e Vilches, A. (1995). El profesorado y las actividades CTS. *Alambique-Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, 30-38.
- Solbes, J. e Vilches, A. (1997). Las interacciones CTS en los nuevos textos de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 499-500.
- Solé, I. (1995). Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. In C. Coll, E. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé e A. Zaballa (Eds.), *El constructivismo en la aula*. Barcelona: Editorial Graó de Serveis Pedagògics.
- Solé, I. e Coll, C. (1995). Los profesores y la concepción constructivista. In C. Coll, E. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé e A. Zaballa (Eds.), *El constructivismo en la aula*. Barcelona: Editorial Graó de Serveis Pedagògics.

- Solomon, J. (1988a). The dilemma of Science, Technology and Society Education. In P. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in Science Education*. East Sussex: The Falmer Press.
- Solomon, J. (1988b). The nature of science, and its implications for science for all. In M. Sequeira, L. Leite e M. Freitas (Eds.), *Actas do I Encontro sobre Educação em Ciências*. Braga: Universidade de Braga.
- Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham: Open University Press.
- Solomon, J. (1994). The rise and fall of construtivism. *Studies in Science Education*, 23, 1-19.
- Solomon, J. (1995a). Science in school and the future of scientific culture in Europe. The European Report.
- Solomon, J. (1995b). El estudio de la Tecnología en la Educación. *Alambique-Didactica de las Ciencias Experimentales*, 3, 13-18.
- Solomon, J. (1996). Science Education Research in Europe and Scientific Culture: what can be done? In G. Welford, J. Osborne e P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe. Current Issues and themes*. London: Falmer Press.
- Solomon, J. Hall, S., Eijkelhof, H., Giordan, A., Riquarts, K., Caro, P., Crozon, M., Ambrósio, T., Oliveira, T., Chagas, I., Sjoberg, V., Paulsen, A., Hellemans, J. e Gago, J. (1995). *Science Education: a case for european action? A white paper on science education in Europe (preliminary draft for discussion)*. Trabalho apresentado á Comissão Europeia DGXXII.
- Stiefel, B. M. (1995). La naturaleza de la Ciencia en los enfoques CTS. *Alambique-Didactica de las Ciencias Experimentales*, 3, 19- 29.
- Tavares, J. e Alarcão, I. (1985). *Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem*. Coimbra: Livraria Almedina.

- Thomashow, M. (1989). The virtues of controversy. *Bulletin of Science Technology & Society*, 9, 66-70.
- Thomaz, M. F., Cruz, M. N., Martins, I. P. e Cachapuz, A. F. (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 315-322.
- Tobin, K., Tippins, D. J. e Gallard, A. J. (1994). Research on Instructional Estrategies for Teaching Science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research Science Teaching and Learning*. New York: NSTA/ Macmillan Publishing Company.
- Torres, E. (1975). Dimensión histórica de la enseñanza de la ciencia. *Cuadernos de Pedagogía*, 7/8, (CD-ROM).
- Trindade, V. M. (1996). A educação em ciência: algumas reflexões. *Revista de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, VI, 1, 127-132.
- Trivelato, S.L.F. (1997). Estudo sobre os efeitos de actividades de actualização em CTS. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 501-502.
- Trommel, J. (1985). Why science? In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Utges, G., Jardon, A., Fernández, P. e Welti, R. (1997). Concepciones de los profesores argentinos sobre la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 135-136.
- Valente, M. O. (1980). Da natureza da ciência à atmosfera das aulas de Física. *Gazeta de Física*, VII, 1-7.
- Valente, M. O. (1996). O ensino das ciências em Portugal. *Revista de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, VI, 1, 103-104.

- Vásquez, A. e Manassero, M.A. (1997). Creencias de los estudiantes sobre las interacciones de la sociedad con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso*, 503-504.
- Vessuri, H. M. C. (1995). Cuando la ciencia se vuelve cultura. *Revista de la Universidad del Valle*, 10, 60-70.
- Webber, H. D. (1985). Science and society: a new direction in curriculum development. In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Whitehead, A. N. (1970). *The aims of Education, and others essays*. London: Ernest Benn Limited.
- Winner, L. (1990). Is there a light under our bushel? *Bulletin of Science Technology Society*, 10, 12-16.
- White, R. T. (1989). *Learning Science*. Oxford: Basil Blackwell.(Reimpresão: 1ª publicação- 1988).
- Yabuku, J. M. (1985). What type of science teaching is relevant in the developing countries? In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Yager, R. E. (1989). Comparison of standard student performance when science study is organized around typical concepts versus local issues. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 9, 171-181.
- Yager, R. E. (1993). Science-Technology-Society as reform. *School Science and Mathematics*, 93 (3), 145-151.
- Yager, R. E. (1995). Science/Technology/Society and learning. *Bulletin of Science Technology Society*, 5-6, 225-227.
- Yager, R. E. e Penick, J. E. (1983). Analysis of the currents problemas with school science in the United States of American. *European Journal of Science Education*, 5 (4), 463-469.

- Yager, R. E., Tamir, P. e Huang, D. S. (1992). An STS approach to human biology instruction affects achievement & attitudes of elementary science majors. *The American Biology Teacher*, 54 (6), 349-355.
- Yager, R. E. e Tamir, P. (1993). STS approach: reasons, intentions, accomplishments and outcomes. *Science Education*, 77 (6), 637-658.
- Yager, R. E. e Lutz, M. V. (1995). STS to enhance total curriculum. *School Science and Mathematics*, 95 (1), 28-35.
- Zaballa, A. (1995). Los enfoques didácticos. In C. Coll, E. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé e A. Zaballa (Eds.), *El constructivismo en la aula*. Barcelona: Editorial Graó de Serveis Pedagògics.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (1986). Science education- for whom. In J. Brown, A. Cooper, T. Horton, F. Toastes e D. Zeldin (Eds.). *Science in schools*. Milton Keynes: Open University Press.
- Zoller, U. (1985). Interdisciplinary decision-making science curriculum in the modern socio-technological context: relevance assurance of contemporary (and future) science teaching. In G. B. Harrison (Ed.), *World Trends in Science Technology Education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Zoller, U., Ebenezer, J., Morely, K., Paras, S., Sandberg, V., West, C., Wolthers, T. e Tan, S. (1990). Goal attainment im science-technology-society (STS) education and reality: the case of British Columbia. *Science Education*, 74 (1), 19-36.
- Zoller, U., Dunn, S. Wild, R. e Beckert, P. (1991). Students versus their teachers' beliefs and positions on science/technology/society oriented issues. *International Journal of Science Education*, 13, 25-36.

# **ANEXOS**

**Anexo 1**

**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**Departamento de Pedagogia e Educação**

**CONCEPÇÕES CURRICULARES E  
METODOLÓGICAS DOS PROFESSORES  
DE CIÊNCIAS E ENSINO C.T.S.**

**QUESTIONÁRIO**

**1998**

Por favor **leia** o seguinte, **antes de iniciar** o preenchimento do questionário:

- 1- Este questionário está a ser aplicado na Área Educativa da Lezíria e Médio Tejo, a **professores** que leccionam algumas disciplinas de ciências, de diferentes níveis de escolaridade.
- 2- A informação assim recolhida servirá para apoiar a elaboração de uma **dissertação** sobre "A Educação em Ciências na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade", integrada num Curso de Mestrado em Educação, na área de especialização de Metodologia do Ensino das Ciências (Biologia), promovido pela Universidade de Évora.
- 3- Este questionário visa recolher a sua **opinião** relativamente a alguns aspectos da **organização curricular** e das **metodologias de ensino-aprendizagem das ciências** (*Parte A*), relevando-se, em especial, a abordagem das interacções entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (**ensino CTS**) (*Parte B*).
- 4- As questões encontram-se inter-relacionadas e organizadas em **grupos**, pelo que devem ser inicialmente lidas em conjunto.
- 5- Com excepção da última, as respostas às questões pretendem uma **opinião** traduzida para uma **escala de 1 (um) a 7 (sete)**, onde o **um** corresponde ao **grau mínimo** (discordância completa com a afirmação ou menor importância conferida ao tema) e o **sete** corresponde ao **grau máximo** (plena concordância com a afirmação ou maior importância atribuída ao tema).
- 6- O questionário é **anónimo**; não necessita, por isso, de indicar o seu nome nem qualquer outra informação que o possa identificar.
- 7- Para que o estudo tenha **validade**, interessa, sobretudo, que as respostas reflectam a sua **opinião pessoal**.

*Obrigado pela sua colaboração.*

## DESCRIÇÃO DO PROFESSOR

### Dados biográficos

Sexo: Feminino

Masculino

Idade: \_\_\_\_\_ Tempo de serviço: \_\_\_\_\_ anos

Grupo disciplinar: 4º (2º ciclo)  4º A  4º B  11º B

Disciplinas que lecciona no presente ano lectivo: C.Naturais  C. Natureza

C.F.Q.  C.T.V.  T.L.B.  T.L.Q.  T.L.F.  Biologia  Geologia

Química  Física  Outra(s) \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_ Localidade \_\_\_\_\_

**N. B:** As respostas às questões pretendem uma **opinião** traduzida para uma **escala de 1 (um) a 7 (sete)**, onde o **um** corresponde ao **grau mínimo** (discordância completa com a afirmação ou menor importância conferida ao tema) e o **sete** corresponde ao **grau máximo** (plena concordância com a afirmação ou maior importância atribuída ao tema).

### PARTE A

#### **1 - Sobre a extensão do currículo e a carga horária:**

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

1.1. O programa deve ser ajustado pelos professores ao tempo disponível, seleccionando-se a matéria a estudar sem pretender abordar tudo o que é importante, evitando-se, deste modo, um tratamento superficial dos temas.	1 2 3 4 5 6 7
1.2. Os currículos de ciências deveriam proporcionar uma visão completa de temas fundamentais de ciências, que, para além do seu valor formativo, também pudessem ser utilizados em estudos superiores.	1 2 3 4 5 6 7
1.3. Um correcto desenvolvimento dos currículos das matérias científicas exige um aumento da actual carga horária.	1 2 3 4 5 6 7

#### **2 - Sobre a uniformidade dos programas de ciências:**

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

2.1. O desenvolvimento do programa deveria ser uniforme para todas as escolas e professores do país, por forma a contribuir para a necessária coerência nacional.	1 2 3 4 5 6 7
---	---------------

2.2. Para além das matérias consideradas essenciais, os programas deveriam incluir matérias facultativas ou optativas, leccionadas de acordo com os interesses dos alunos e o seu enquadramento regional.	1 2 3 4 5 6 7
2.3. Deveria haver total liberdade para o estabelecimento local do programa pelos professores de uma disciplina e de uma escola, de acordo com algumas recomendações básicas.	1 2 3 4 5 6 7

**3 - Sobre a importância a atribuir a diversos componentes do currículo de ciências:**

*(Indique o seu ponto de vista relativamente ao grau de importância que deve ser atribuído a cada um dos componentes do currículo de ciências, na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

3.1. Ensino dos factos, conceitos, leis e teorias que fazem parte do corpo de conhecimentos da ciência estudada.	1 2 3 4 5 6 7
3.2. Abordagem dos procedimentos instrumentais (manuseio de instrumentos, montagem de dispositivos, etc.) e os métodos de trabalho dos cientistas (selecção de dados, emissão de hipóteses, controlo de variáveis, planificação de experiências, etc.), que possibilitam ao aluno a abordagem de qualquer tipo de problema.	1 2 3 4 5 6 7
3.3. Exploração de temas e de problemas cuja investigação no passado conduziu à construção dos conhecimentos científicos.	1 2 3 4 5 6 7
3.4. Análise dos aspectos associados à natureza da ciência (papel da teoria e da hipótese, os métodos científicos, especialização e aproximação de áreas científicas, a ciência como actividade humana e social, etc.) que ajudam a fornecer ao aluno uma visão mais completa do que é a ciência.	1 2 3 4 5 6 7
3.5. Abordagem de temas ou situações que favoreçam um tratamento interdisciplinar.	1 2 3 4 5 6 7
3.6. Exploração de fenómenos ou problemas do quotidiano (questões sociais) que se possam associar facilmente à ciência estudada, por forma a que o aluno verifique, com maior facilidade, a utilidade daquilo que estuda.	1 2 3 4 5 6 7
3.7. Exploração de situações onde seja possível o desenvolvimento de atitudes para com a ciência (verificação das potencialidades e limitações da ciência) e as atitudes para com o próprio estudo da ciência (curiosidade, persistência, autoconfiança, cooperação, tolerância, etc.).	1 2 3 4 5 6 7

**4 - Sobre as finalidades do ensino das ciências:**

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

4.1. O ensino das ciências visa, sobretudo, o domínio pelos alunos dos conhecimentos e competências da ciência estudada, garantindo-lhes, deste modo, uma eficaz preparação.	1 2 3 4 5 6 7
4.2. Em face da enorme quantidade de conhecimento científico e da tecnologia que o acompanha, torna-se sobretudo importante fazer chegar a todos os alunos aqueles assuntos que lhes permitam sobreviver e compreender o complexo mundo onde vivem, facilitando uma participação activa na sociedade.	1 2 3 4 5 6 7

**5 - Sobre as metodologias de ensino, a organização e a comunicação nas aulas de ciências:**

*(Indique o seu ponto de vista relativamente ao grau de importância da intervenção do professor nas aulas de ciências, na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

5.1. Transmissão ordenada de conhecimentos, promovendo a assimilação activa por parte dos alunos, sendo importante que o aluno se habitue a trabalhar individualmente, por forma a conseguir manter-se a ordem na turma.	1 2 3 4 5 6 7
5.2. Exposição dos assuntos pelo professor, ainda que seja importante interpelar os alunos, para avaliar a sua atenção e a eficácia da aprendizagem.	1 2 3 4 5 6 7
5.3. Promoção de uma metodologia activa que favoreça a participação do aluno, proporcionando aulas onde a improvisação possa ter lugar, mas onde o "fazer" possa ser, de certo modo, o fio condutor do trabalho do aluno, de grupos de alunos ou mesmo da turma.	1 2 3 4 5 6 7
5.4. Concretização livre de alguns poucos projectos de longa duração, de acordo com os interesses dos alunos, procurando-se que a comunicação entre alunos seja muito mais frequente do que com o professor.	1 2 3 4 5 6 7
5.5. Resolução de amplos problemas por parte de pequenos grupos de alunos e a prática de pequenas investigações dirigidas pelo professor, tendentes a confrontar as suas ideias prévias com os conhecimentos científicos, favorecendo, deste modo, a construção dos conhecimentos.	1 2 3 4 5 6 7

**6- Sobre as actividades de ensino-aprendizagem em ciências:**

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

6.1. As actividades experimentais são uma parte importante do ensino, servindo de ilustração e comprovação da explicação teórica, devendo o aluno seguir os passos do protocolo experimental.	1 2 3 4 5 6 7
6.2. As explicações do professor podem ser intercaladas com actividades experimentais, sempre que os alunos ou o professor encontrem vantagens em que tal aconteça, mesmo que a planificação não contemple tais actividades.	1 2 3 4 5 6 7
6.3. As actividades práticas (laboratoriais, de campo...) poderão constituir o ponto de partida e o fio condutor para o desenvolvimento de uma ciência experimental, por colocarem o aluno na situação de cientista, com a ajuda e o ânimo do professor.	1 2 3 4 5 6 7
6.4. As actividades e as experiências devem ser desencadeadas com a supervisão e direcção do professor, embora os alunos possam contribuir para a sua selecção.	1 2 3 4 5 6 7
6.5. A resolução de exercícios de aplicação da teoria é essencial como preparação dos alunos para a realização de diferentes provas de avaliação.	1 2 3 4 5 6 7
6.6. A resolução de problemas é uma estratégia que proporciona um grande envolvimento cognitivo, pelo que deve ser implementada nas aulas de ciências.	1 2 3 4 5 6 7

**7- Sobre a documentação utilizada nas aulas de ciências**

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

7.1. O manual escolar é um importante material, porque é um recurso comum a todos os alunos no qual é possível encontrar vários tipos de exercícios.	1 2 3 4 5 6 7
7.2. Se o aluno organizar bons apontamentos, relacionados com a matéria em estudo, garantirá com isso uma boa organização da aprendizagem ou mesmo a ampliação de conhecimentos.	1 2 3 4 5 6 7
7.3. As fichas de trabalho, incluídas no manual ou organizadas pelo professor, são importantes documentos de apoio à explicação do professor.	1 2 3 4 5 6 7
7.4. Dadas as limitações dos manuais escolares na resposta às necessidades de conhecimentos dos alunos, torna-se indispensável a organização de textos ou apontamentos adaptados pelo professor.	1 2 3 4 5 6 7
7.5. Deve ser privilegiada a exploração de uma grande variedade de documentos (livros, vídeos, programas informáticos, jornais...), trazidos pelo professor e pelos alunos, aos quais os alunos deverão ter acesso, espontaneamente ou quando sugeridos pelo professor.	1 2 3 4 5 6 7

## PARTE B

### **Sobre as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade**

*(As questões que se seguem não pretendem incidir sobre a situação concreta que é descrita, mas sobre as ideias que lhe estão subjacentes.)*

Suponha que um dado professor, a propósito da unidade do programa da disciplina de Ciências Naturais do 8º ano "O rim e o equilíbrio do organismo", verificou um grande interesse dos seus alunos pelo esclarecimento da função da hemodiálise, da utilidade das análises da urina e pelas questões relacionadas com os transplantes renais. Partindo do interesse por esta temática, o professor combinou com os seus alunos a dinamização das seguintes actividades:

- visita de estudo ao centro de hemodiálise do hospital local, para verificação dos princípios presentes na tecnologia que envolve o rim artificial;
- exploração comparativa das informações contidas em análises de urina de algumas pessoas (conseguidas num laboratório de análises clínicas ou mesmo análises de familiares);
- jogo de simulação: após a formação de grupos de alunos, cada grupo, por sorteio, iria assumir o papel de pessoas tão diferentes como, uma equipa médica de transplantes de rim, os potenciais dadores, os doentes renais, os juristas, um grupo religioso e o público em geral. Depois de explicado o "jogo" inicia-se um debate, onde cada grupo irá defender a sua posição face a diversas questões envolvidas com a problemática dos transplantes: cedência de órgãos, experiências com transplantes de órgãos de outros mamíferos, solidariedade e probabilidade de êxito, questões legais, etc.

Como se vê, com actividades deste tipo, é possível numa aula de ciências associar os conteúdos científicos com as aplicações tecnológicas, é possível confirmar o papel das tecnologias no desenvolvimento da ciência, é possível verificar a utilidade da ciência e da tecnologia para com as necessidades sociais, destacando-se também a acção reguladora da sociedade sobre o progresso da ciência (e da tecnologia). Tais actividades costumam designar-se por actividades Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e o ensino que as privilegia por ensino CTS.

- 1 - O currículo de ciências deveria incluir situações e actividades como as descritas, onde fosse possível contemplar as múltiplas e complexas relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS), com o objectivo...

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

1.1. de proporcionar um conhecimento mínimo do modo como a ciência e a tecnologia se podem influenciar, das consequências da sua utilização pela sociedade e da forma como a sociedade condiciona, por sua vez, a evolução da ciência e da tecnologia.	1 2 3 4 5 6 7
1.2. de formar cidadãos para futuras tomadas de decisão responsáveis e fundamentadas, perante o desenvolvimento científico e tecnológico e as consequências que daí derivam.	1 2 3 4 5 6 7
1.3. de contribuir para a resolução dos problemas locais da comunidade onde o aluno se insere.	1 2 3 4 5 6 7
1.4. da aproximação do aluno às actividades profissionais, quer pela utilidade social do trabalho, quer porque no futuro os alunos estarão ligados a uma profissão.	1 2 3 4 5 6 7
1.5. de permitir a análise histórica dos problemas do passado, por meio da qual o aluno tem oportunidade de verificar as soluções encontradas e as consequências de antigas decisões.	1 2 3 4 5 6 7

- 2- O desenvolvimento destas situações CTS no ensino-aprendizagem das Ciências possibilita...

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

2.1. atender aos interesses dos alunos, contribuindo assim para aumentar a sua motivação para a aprendizagem.	1 2 3 4 5 6 7
2.2. a interacção do saber disciplinar com outros campos do saber.	1 2 3 4 5 6 7
2.3. uma ligação mais forte entre a escola e a vida extra-escola e, nalguns casos, com locais também fornecedores de conhecimento científico.	1 2 3 4 5 6 7
2.4. a confirmação pelo aluno da utilidade daquilo que estuda.	1 2 3 4 5 6 7
2.5. confrontar as situações de forma crítica, adoptando diversas atitudes e complementando, assim, a aprendizagem do conhecimento (saber) e das destrezas científicas (saber fazer).	1 2 3 4 5 6 7
2.6. que o ensino do conhecimento científico não se separe dos valores, uma vez que estes são uma parte integrante do ensino.	1 2 3 4 5 6 7

**3- A inclusão destes temas CTS no ensino das ciências, torna-se difícil ou problemática, pelo facto...**

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

3.1. de nos afastar daquilo com que a educação científica se deve preocupar: o ensino-aprendizagem dos conhecimentos e das competências científicas.	1 2 3 4 5 6 7
3.2. de os professores não terem preparação para conceber e aplicar metodologias deste tipo.	1 2 3 4 5 6 7
3.3. de os professores não conhecerem completamente os factos que rodeiam os problemas.	1 2 3 4 5 6 7
3.4. de os professores deixarem de ser especialistas numa matéria para passarem a ser analistas de áreas diversas.	1 2 3 4 5 6 7
3.5. de poder conduzir a alguma perda de controlo da disciplina (ordem) na sala de aula, uma vez que as estratégias CTS se dirigem para a controvérsia, o debate, a participação, a realização e a investigação, onde os alunos necessitam de maior liberdade de movimentos na sala de aula.	1 2 3 4 5 6 7
3.6. de haver falta de tempo para a exploração conveniente de temas desta natureza, dada a tradicional extensão dos programas.	1 2 3 4 5 6 7
3.7. de não ser fácil a conciliação da exploração da componente social e tecnológica da ciência, com a preparação dos alunos para a realização de provas de avaliação, uma vez que nestas dominam esmagadoramente os conteúdos conceptuais.	1 2 3 4 5 6 7
3.8. de haver falta de materiais curriculares que contemplem esta dimensão do ensino e, muito particularmente, o distanciamento dos manuais escolares das questões CTS.	1 2 3 4 5 6 7
3.9. de os temas na educação em ciências terem de ser frequentemente mudados, uma vez que as necessidades do mundo se vão alterando.	1 2 3 4 5 6 7

**4 - Os temas CTS não deveriam ser tratados no âmbito das disciplinas de ciências, pelo facto...**

*(Indique a sua opinião na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)*

4.1. de nos afastar do ensino dos conceitos e dos processos da ciência.	1 2 3 4 5 6 7
4.2. de os temas CTS se encontrarem na <i>interface</i> das disciplinas tradicionais. (Talvez fosse preferível o aparecimento de uma nova disciplina onde estas problemáticas fossem abordadas).	1 2 3 4 5 6 7

5- Torna-se importante que a exploração destes temas CTS ocorra nas aulas de ciências, como...

(Indique a sua *opinião* na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)

5.1. actividade complementar dos assuntos científicos.	1 2 3 4 5 6 7
5.2. capítulo ou módulo do programa.	1 2 3 4 5 6 7
5.3. ponto de partida para todas as sequências de ensino.	1 2 3 4 5 6 7
5.4. actividades com igual estatuto de outras actividades (exploração de textos, actividades laboratoriais, etc.).	1 2 3 4 5 6 7

6- Uma vez que as actividades CTS são uma das formas de relação do ensino com a realidade, torna-se importante que o currículo de ciências...

(Indique a sua *opinião* na escala de 1 a 7, rodeando o número respectivo)

6.1. contemple as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e a sociedade em toda a sua dimensão, incluindo até os aspectos mais complexos e debatíveis.	1 2 3 4 5 6 7
6.2. analise as aplicações da ciência e da tecnologia, por forma a tornar mais compreensíveis os conceitos e as ideias científicas, evitando-se, assim, a exploração das dimensões políticas e ideológicas destas aplicações que inevitavelmente tendem para o subjectivo e para a opinião.	1 2 3 4 5 6 7

**N.B:** Para a última questão assinale com uma  a opção que melhor traduz a sua opinião, para cada um dos níveis de ensino em que possa estar a leccionar.

7- Costuma dinamizar actividades CTS nas suas aulas?

Ensino Básico: Nunca  Raramente  Algumas vezes  Muitas vezes  Sempre

Ensino Secundário: Nunca  Raramente  Algumas vezes  Muitas vezes  Sempre

#### Sugestões e comentários

Se o desejar, poderá, no espaço que se segue, fazer qualquer comentário, crítica ou sugestão acerca do questionário ou esclarecer alguma(s) das suas opiniões.

---

---

---

---

---

**Obrigado pela sua colaboração.**

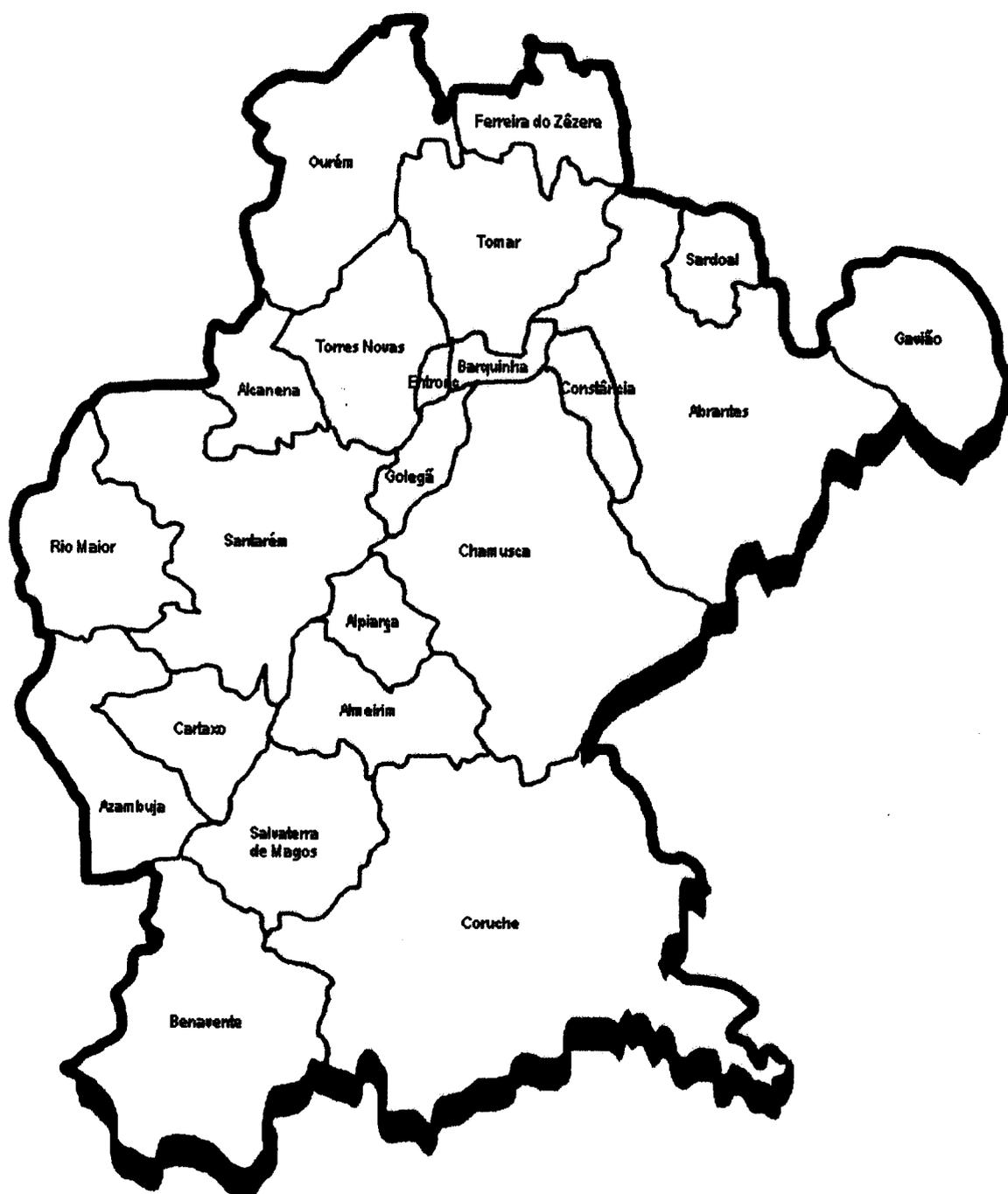
## Anexo 2

### CONCEPÇÕES CURRICULARES E METODOLÓGICAS SIGNIFICATIVAS

	MODELO TRADICIONAL	MODELO TECNOLÓGICO	MODELO ARTESÃO	MODELO DESCOBRIDOR	MODELO CONSTRUTIVISTA
<i>Extensão do programa e carga horária</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- visão completa dos temas fundamentais de ciências</li> <li>- reclamação de mais tempo para cumprimento dos programas</li> <li>- desenvolvimento uniforme dos programas por todas as escolas do país</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- definição cuidadosa de objectivos (da unidade e terminais), por forma a cumprir o planeado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- adaptação do programa ao tempo disponível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- visão ampla e abrangente do programa, que lhe permite ver presentes todos os assuntos, ainda que com menos profundidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- preocupação com a falta de tempo para a abordagem dos temas com profundidade</li> </ul>
<i>Uniformidade dos programas de ciências</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- preocupação com o corpo de conhecimentos da ciência que lecciona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tendência para o programa único e comum para todos os alunos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inclusão de temas locais, com interesse para os alunos, no programa nacional</li> <li>- liberdade para o estabelecimento local do programa, a partir de algumas recomendações básicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inclusão de temas locais, com interesse para os alunos, no programa nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inclusão de temas locais, com interesse para os alunos, no programa nacional</li> </ul>
<i>Componentes do currículo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abordagem com os principais aspectos da teoria</li> <li>- abordagem dos procedimentos instrumentais e da metodologia de trabalho dos cientistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aspectos da disciplina, tendendo para as questões interdisciplinares</li> <li>- exploração de fenómenos ou problemas do quotidiano, com interesse para os alunos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ir ao encontro dos interesses dos alunos, por forma a encontrar a motivação necessária para uma aprendizagem eficaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abordagem dos procedimentos instrumentais e da metodologia de trabalho dos cientistas</li> <li>- exploração de fenómenos ou problemas do quotidiano, com interesse para os alunos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aspectos da disciplina, tendendo para as questões interdisciplinares</li> <li>- inclusão de aspectos históricos que permitam contextualizar os conhecimentos e compreender a sua evolução</li> <li>- preocupações com as questões epistemológicas da ciência</li> </ul>
<i>Finalidades do ensino das ciências</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- preparação dos alunos no domínio dos conhecimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- domínio dos conceitos e do método científico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ir ao encontro dos interesses dos alunos, por forma a encontrar a motivação necessária para uma aprendizagem eficaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descoberta do conhecimento em ciências, por investigação</li> <li>- ir ao encontro dos interesses dos alunos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- construção dos conhecimentos a partir das ideias prévias</li> </ul>
<i>Metodologias de ensino, organização e comunicação nas aulas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exposição verbal e escrita do professor para a turma (um só grupo de alunos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exposição dos assuntos pelo professor para a turma (vista como grupo de alunos), ainda que seja importante a interpeleção dos alunos</li> <li>- recurso a outras formas de comunicação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metodologias activas, sócráticas, magistral, com alguma dose de improvisação, dirigido para a turma ou para grupos de trabalho (organizados livremente pelos alunos)</li> <li>- comunicação predominantemente interactiva e expontânea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- investigação por descoberta livre, baseado no "método dos projectos" ou nos "centros de interesse"</li> <li>- bloco turma ou pequenos grupos</li> <li>- prioritária a comunicação entre alunos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- resolução de problemas por descoberta guiada, tendo especial atenção, para com as ideias prévias</li> <li>- pequenos e variáveis grupos de alunos</li> <li>- comunicação do professor em interacção com o aluno, sendo importante a comunicação entre alunos</li> </ul>
<i>Actividades de ensino-aprendizagem</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poucas actividades experimentais, surgindo como ilustrativas e demonstrativas da explicação teórica</li> <li>- resolução de exercícios de aplicação da teoria, visando a preparação para as provas de avaliação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- actividades experimentais quer demonstrativas da explicação teórica, quer estruturadas na forma de protocolos</li> <li>- resolução de exercícios de aplicação da matéria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- experiências intercaladas na explicação do professor, dirigidas por ele, e com certo toque empirista</li> <li>- colocação de exercícios e problemas com solução</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- actividades que colocam o aluno na situação de cientista, desencadeando pequenas investigações de longa duração, e pesquisa de informação, com a ajuda e o ânimo do professor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- resolução de amplos problemas</li> <li>- actividades e experiências desencadeadas com a supervisão e direcção do professor, embora os alunos possam contribuir para a sua selecção</li> </ul>
<i>Documentação</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- manual escolar</li> <li>- apontamentos organizados pelos alunos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- organização cuidadosa de textos ou apontamentos, adaptados pelo professor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grande variedade de documentos, trazidos pelo professor ou pelo aluno</li> <li>- grande importância a dossier do aluno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- documentação genérica, com livre acesso para todos os alunos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- documentação genérica</li> <li>- atenção para com o caderno ou arquivo pessoal do aluno</li> </ul>

## Anexo 3

### Mapa do CAE da Lezíria e Médio Tejo



## Anexo 4

### O UNIVERSO DA AMOSTRA

LOCALIDADE	ESCOLAS	GRUPO DISCIPLINAR	Nº PROFESSORES
TOMAR	E. S. Santa Maria do Olival	4ºA	9
		4ºB	3
		11ºB	12
	E. S. Jacome Ratton	4ºA	12
		4ºB	1
		11ºB	9
E. S. Nuno Álvares Pereira	4ºA	7	
	11ºB	7	
E. B. 2+3 Gualdim Pais	4º (2ºciclo)	6	
	4ºA	2	
	11ºB	2	
E. B. 2+3 Santa Iria	4º (2ºciclo)	11	
	4ºA	2	
	11ºB	2	
FERREIRA DO ZÊZERE	E. B. 2+3 de Ferreira do Zêzere	4º (2ºciclo)	6
		4ºA	2
		11ºB	5
OURÉM	E. S. Ourém	4ºA	8
		11ºB	8
	E. B. 2+3 Ourém	4º (2ºciclo)	11
FREIXIANDA	E. B. 2+3 Freixianda	4ºA	2
		11ºB	1
		4º (2ºciclo)	3
CAXARIAS	E. B. 2+3 de Caxarias	4ºA	2
		11ºB	2
		4º (2ºciclo)	4

ABRANTES	E. S. Manuel Fernandes	4ºA	12
		11ºB	8
	E. S. Solano de Abreu	4ºA	7
		11ºB	7
	E. B. 2+3 Miguel de Almeida	4º (2ºciclo)	15
		4ºA	2
		11ºB	1
TORRES NOVAS	E. S. Artur Gonçalves	4ºA	10
		11ºB	9
	E. S. Maria Lamas	4ºA	12
		4ºB	6
		11ºB	15
	E. B. 2+3 Manuel de Figueiredo	4º (2ºciclo)	16
		4ºA	3
		11ºB	1
ENTRONCAMENTO	E. S: Entroncamento	4ºA	9
		4ºB	2
		11ºB	8
	E. B. 2+3 Ruy Andrade	4º (2ºciclo)	11
		4ºA	2
		11ºB	2
GOLEGÃ	E. B. 2+3 da Golegã	4º (2ºciclo)	4
		4ºA	2
		11ºB	2
ALCANENA	E. S. Alcanena	4ºA	5
		4ºB	5
		11ºB	6
	E. B. 2+3 de Alcanena	4º (2ºciclo)	8
		4ºA	1
		11ºB	2
PRAIA DO RIBATEJO	E. B. da Paria do Ribatejo	4º (2ºciclo)	1
		4ºA	1
		11ºB	1
VILA NOVA DA BARQUINHA	E. B. 2+3 de V. N. da Barquinha	4º (2ºciclo)	4
		4ºA	2
		11ºB	2

## Anexo 5

### Distribuição dos professores da amostra pelos grupos disciplinares e respectivas escolas de origem

NÍVEL DE ENSINO	GRUPO DISCIPL.	ESCOLAS	Nº DE PROF
2º Ciclo	4º	E. B. 2+3 Gualdim Pais (Tomar)	6
		E. B.2+3 Santa Iria (Tomar)	11
		E. B.2+3 Ferreira do Zêzere	6
		E. B.2+3 Ourém	11
		E. B.2+3 M. de Almeida (Abran)	15
		E. B.2+3 M. Figueir. (T Novas)	16
		E. B.2+3 Ruy de Andrade (Entr)	11
		E. B.2+3 Freixianda	3
		E. B. 2+3 Caxarias	4
		E. B.2+3 An.Gonçal. (Alcanena)	8
		E. B.2+3 Praia do Ribatejo	1
		E. B.2+3 Vila Nova Barquinha	4
		E. B.2+3 Golegã	4
3º Ciclo + Ensino Secundário	4º A + 4º B	E. S. Sta Mar. do Olival (Tomar)	9+3
		E. S. Jacome Ratton (Tomar)	12+1
		E. S. Nuno Álvar. Perei (Tomar)	7
		E. S. Ourém	8
		E. S. Manuel Fernan. (Abrantes)	12
		E. S. Solano de Abreu (Abrantes)	7
		E. S. Artur Gonçalves (T. Novas)	10
		E. S. Maria Lamas (T. Novas)	12+6
		E. S. Entroncamento	9+2

	E. S. Alcanena	5+5
	E. B. 2+3 Gualdim Pais (Tomar)	2
	E. B.2+3 Santa Iria (Tomar)	2
	E. B.2+3 Ferreira do Zêzere	2
	E. B.2+3 Ourém	2
	E. B.2+3 M. de Almei.(Abrantes)	2
	E. B.2+3 M. Figueiredo (T. Novas)	3
	E. B.2+3 Ruy de Andrade (Entron)	2
	E. B.2+3 Freixianda	2
	E. B.2+3 Caxarias	2
	E. B.2+3 An. Gonçalves (Alcanena)	1
	E. B.2+3 Golegã	2
	E. B.2+3 Praia do Ribatejo	1
	E. B.2+3 Vila Nova Barquinha	2
<b>11° B</b>	E. S. Sta Maria do Olival (Tomar)	12
	E. S. Jacome Ratton (Tomar)	9
	E. S. Nuno Álvares Pereira (Tomar)	7
	E. S. Ourém	8
	E. S. Manuel Fernandes (Abrantes)	8
	E. S. Solano de Abreu (Abrantes)	7
	E. S. Artur Gonçalves (Tor. Novas)	9
	E. S. Maria Lamas (Torres Novas)	15
	E. S. Entroncamento	8
	E. S. Alcanena	6
	E. B. 2+3 Gualdim Pais (Tomar)	2
	E. B.2+3 Santa Iria (Tomar)	2
	E. B.2+3 Ferreira do Zêzere	5
	E. B.2+3 Ourém	1
	E. B.2+3 M. de Almeida (Abrantes)	2
	E. B.2+3 M. Figueiredo (T. Novas)	2
	E. B.2+3 Ruy de Andrade (Entron)	3
	E. B.2+3 Freixianda	1
	E. B.2+3 Caxarias	2
	E. B.2+3 An. Gonçalves (Alcanena)	6
	E. B.2+3 Golegã	2
	E. B.2+3 Praia do Ribatejo	1
	E. B.2+3 Vila Nova Barquinha	2

## Anexo 6

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 1 da Parte A do questionário:

*Os professores de ciências e a extensão do currículo e a carga horária.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4° 2° ciclo	4°A+ 4°B	11°B		1-3	4-6	7-15	>16
1.1.	Média	4,3	4,4	4,4	4,4	4,5	4,0	4,4	4,4
	D.P.	1,9	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7
1.2.	Média	5,0	5,2	5,3	5,2	5,0	5,1	5,1	5,5
	D.P.	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
1.3	Média	4,3	4,0	4,1	4,1	4,5	4,9	4,1	3,2
	D.P.	2,0	2,2	2,1	2,1	1,9	2,2	2,1	2,1

Questão 1.1: *selecção de temas para o tempo disponível;*

Questão 1.2: *o currículo como listagem de temas;*

Questão 1.3: *o aumento da actual carga horária.*

## Anexo 7

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 2 da Parte A do questionário:

*Os professores de ciências e a uniformidade dos programas de ciências.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4° 2° ciclo	4°A+ 4°B	11°B		1-3	4-6	7-15	>16
2.1.	Média	4,5	5,1	5,2	5,0	5,3	5,3	4,7	5,1
	D.P.	2,1	1,8	1,7	1,8	1,7	2,0	1,8	1,8
2.2.	Média	6,0	5,1	5,8	5,5	5,7	5,5	5,6	5,5
	D.P.	1,4	1,6	1,5	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6
2.3	Média	3,6	3,1	2,4	3,0	3,0	2,7	3,2	2,7
	D.P.	1,9	1,8	1,7	1,8	1,5	1,9	1,9	1,9

Questão 2.1: *cumprimento do programa por todas as escolas;*

Questão 2.2: *inclusão de matérias facultativas ou optativas no programa;*

Questão 2.3: *autonomia para o estabelecimento local do programa.*

## Anexo 8

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 3 da Parte A do questionário:  
*Os professores de ciências e as diversos componentes do currículo de ciências.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4° 2° ciclo	4°A+ 4°B	11°B		1-3	4-6	7-15	>16
3.1.	Média	4,6	5,3	5,0	5,1	5,1	5,1	4,9	5,2
	D.P.	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3	1,5	1,3	1,3
3.2.	Média	5,6	5,6	5,7	5,6	5,2	5,9	5,6	5,8
	D.P.	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	0,8	1,3	1,3
3.3	Média	4,5	4,2	4,6	4,4	4,5	4,4	4,5	4,3
	D.P.	1,4	1,6	1,4	1,5	1,6	1,6	1,4	1,4
3.4	Média	4,9	4,9	5,2	5,0	5,0	5,1	4,9	5,1
	D.P.	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3
3.5	Média	5,6	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,3	5,3
	D.P.	1,3	1,1	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
3.6	Média	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	6,5	6,3	6,3
	D.P.	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
3.7	Média	6,0	5,2	5,8	5,6	5,4	5,7	5,4	6,0
	D.P.	1,3	1,5	1,4	1,4	1,6	1,3	1,4	1,4

Questão 3.1: *corpo de conhecimentos da ciência estudada*);

Questão 3.2: *procedimentos instrumentais e métodos de trabalho dos cientistas*;

Questão 3.3 *temas da "história da ciência"*;

Questão.3.4: *questões epistemológicas*;

Questão 3.5: *temas interdisciplinares*;

Questão 3.6: *temas sociais*;

Questão 3.7: *desenvolvimento de atitudes*.

## Anexo 9

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 4 da Parte A do questionário:

*Os professores de ciências e as finalidades do ensino das ciências.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4° 2° ciclo	4°A+ 4°B	11°B		1-3	4-6	7-15	>16
4.1.	Média	5,2	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	4,8	5,1
	D.P.	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
4.2.	Média	6,1	5,8	6,2	6,0	6,0	6,2	6,0	5,9
	D.P.	1,2	1,3	1,0	1,2	1,3	0,8	1,2	1,2

Questão 4.1: *os conhecimentos e competências da ciência estudada como finalidades do ensino das ciências;*

Questão 4.2: *o tratamento de temas sociais como finalidade do ensino das ciências.*

## Anexo 10

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7,  
face aos itens da Questão 5 da Parte A do questionário:

***Os professores de ciências e as metodologias de ensino,  
a organização e a comunicação nas aulas de ciências.***

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4º 2º ciclo	4ºA+ 4ºB	11ºB		1-3	4-6	7-15	>16
5.1.	Média	5,0	4,4	4,7	4,6	4,4	4,6	4,3	5,3
	D.P.	1,6	1,8	1,7	1,7	1,8	1,6	1,8	1,8
5.2.	Média	3,8	4,6	3,8	4,2	4,2	4,0	4,0	4,4
	D.P.	1,8	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7
5.3	Média	5,7	5,6	5,8	5,7	5,7	6,1	5,6	5,5
	D.P.	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,0	1,4	1,4
5.4	Média	4,7	4,4	4,5	4,5	4,3	4,4	4,6	4,6
	D.P.	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,6	1,3	1,3
5.5	Média	5,6	5,2	5,5	5,4	5,5	5,7	5,2	5,2
	D.P.	1,5	1,5	1,3	1,4	1,5	1,2	1,5	1,5

Questão 5.1: *método magistral;*

Questão 5.2: *exposição do professor intercalada com interpelações aos alunos;*

Questão 5.3: *metodologias activas;*

Questão 5.4: *concretização livre de projectos de longa duração;*

Questão 5.5: *pequenas investigações dirigidas pelo professor e as concepções do aluno.*

## Anexo 11

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 6 da Parte A do questionário:  
*Os professores de ciências e as actividades de ensino-aprendizagem.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4º 2º ciclo	4ºA+ 4ºB	11ºB		1-3	4-6	7-15	>16
6.1.	Média	5,6	5,6	5,7	5,6	5,8	5,7	5,6	5,5
	D.P.	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
6.2.	Média	5,6	5,9	5,8	5,8	6,0	5,8	5,8	5,5
	D.P.	1,5	1,2	1,3	1,3	1,1	1,1	1,5	1,5
6.3	Média	5,9	5,8	5,8	5,8	5,9	6,1	5,7	5,9
	D.P.	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	0,9	1,3	1,3
6.4	Média	5,6	5,1	5,4	5,3	5,5	4,9	5,3	5,6
	D.P.	1,1	1,3	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4
6.5	Média	5,4	5,7	5,9	5,7	5,8	5,7	5,8	5,7
	D.P.	1,6	1,4	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
6.6	Média	5,5	5,9	6,0	5,9	5,9	6,0	6,0	5,7
	D.P.	1,5	1,2	1,1	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2

Questão 6.1: *actividades experimentais previstas na planificação, segundo protocolo experimental;*

Questão 6.2: *actividades experimentais como reforço da explicação do professor;*

Questão 6.3: *actividades práticas seleccionadas pelo aluno, como fio condutor da aula;*

Questão 6.4: *actividades práticas e experimentais seleccionadas e dirigidas pelo professor;*

Questão 6.5: *resolução de exercícios;*

Questão 6.6: *resolução de problemas.*

## Anexo 12

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 7 da Parte A do questionário:

*Os professores de ciências e a documentação utilizada nas aulas de ciências.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4º 2º ciclo	4ºA+ 4ºB	11ºB		1-3	4-6	7-15	>16
7.1.	Média	5,6	5,7	5,7	5,7	5,4	5,7	5,8	5,8
	D.P.	1,4	1,1	1,2	1,2	1,2	1,4	1,1	1,1
7.2.	Média	5,3	5,7	5,7	5,6	5,7	5,8	5,6	5,3
	D.P.	1,5	1,3	1,1	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3
7.3	Média	5,5	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
	D.P.	1,3	1,1	1,0	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1
7.4	Média	4,8	4,7	5,0	4,9	5,3	4,6	4,8	4,6
	D.P.	1,6	1,7	1,6	1,6	1,3	1,5	1,8	1,8
7.5	Média	6,0	5,7	6,2	6,0	6,1	6,1	5,9	5,8
	D.P.	1,2	1,2	1,1	1,2	1,0	0,8	1,3	1,3

Questão 7.1: *manual escolar;*

Questão 7.2: *organização de apontamentos pelo aluno;*

Questão 7.3: *fichas de trabalho;*

Questão 7.4: *textos ou apontamentos adaptados pelo professor;*

Questão 7.5: *exploração de grande variedade de recursos.*

## Anexo 13

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 1 da Parte B do questionário:  
*Os professores e os objectivos das actividades CTS.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4º 2º ciclo	4ºA+ 4ºB	11ºB		1-3	4-6	7-15	>16
1.1.B	Média	5,6	5,7	5,5	5,6	5,7	5,5	5,6	5,8
	D.P.	1,4	1,1	1,5	1,3	1,2	1,6	1,3	1,3
1.2.B	Média	5,8	6,0	6,1	6,0	5,9	5,9	6,1	6,1
	D.P.	1,2	1,2	1,0	1,1	1,2	1,4	1,0	1,0
1.3.B	Média	5,4	5,4	5,0	5,2	5,2	5,2	5,5	5,0
	D.P.	1,5	1,4	1,8	1,6	1,5	1,7	1,6	1,6
1.4.B	Média	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6	5,8	5,7	5,6
	D.P.	1,4	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
1.5.B	Média	4,9	4,7	4,4	4,6	4,6	4,4	4,8	4,6
	D.P.	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,5	1,5

Questão 1.1B: *exploração das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade;*

Questão 1.2B: *temas CTS e tomadas de decisão;*

Questão 1.3B: *temas CTS e resolução de problemas locais;*

Questão 1.4B: *temas CTS e actividades profissionais;*

Questão 1.5B: *temas CTS e "história da ciência".*

## Anexo 14

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 2 da Parte B do questionário:

*Os professores e as potencialidades do ensino CTS.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4° 2° ciclo	4°A+ 4°B	11°B		1-3	4-6	7-15	>16
2.1.B	Média	6,0	5,9	6,0	5,9	6,2	5,6	5,8	6,0
	D.P.	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	1,1
2.2.B	Média	5,9	5,8	5,7	5,8	6,0	5,5	5,8	5,7
	D.P.	1,0	1,1	1,3	1,1	0,9	1,3	1,2	1,2
2.3.B	Média	5,9	5,9	5,9	5,9	6,0	5,8	6,0	5,8
	D.P.	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	1,1
2.4.B	Média	6,1	6,0	6,3	6,1	6,3	6,1	6,2	5,8
	D.P.	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0
2.5.B	Média	5,8	5,8	5,9	5,8	5,9	5,9	5,7	5,9
	D.P.	1,3	1,1	1,3	1,2	0,9	1,3	1,3	1,3
2.6.B	Média	6,0	5,7	6,0	5,9	5,7	5,9	5,9	6,0
	D.P.	1,0	1,2	1,1	1,1	1,1	1,4	1,1	1,1

Questão 2.1B: *temas CTS e motivação;*

Questão 2.2B: *temas CTS e integração de saberes;*

Questão 2.3B: *temas CTS e a ligação da escola à comunidade;*

Questão 2.4B: *temas CTS e utilidade do que se estuda;*

Questão 2.5B: *temas CTS e atitudes críticas;*

Questão 2.6B: *temas CTS e integração dos valores no ensino.*

## Anexo 15

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 3 da Parte B do questionário:  
*Os professores e as dificuldades de implementação do ensino CTS.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4º 2º ciclo	4ºA+ 4ºB	11ºB		1-3	4-6	7-15	>16
3.1.B	Média	3,6	3,1	2,8	3,1	2,8	3,0	3,2	3,4
	D.P.	1,9	1,7	1,6	1,7	1,5	1,8	1,8	1,8
3.2.B	Média	4,1	4,0	4,2	4,1	4,3	3,6	4,3	4,2
	D.P.	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7
3.3.B	Média	3,9	4,0	3,8	3,9	3,8	3,5	4,1	3,9
	D.P.	1,8	1,6	1,7	1,7	1,8	1,6	1,7	1,7
3.4.B	Média	4,2	4,0	3,9	4,0	3,8	4,1	4,1	4,2
	D.P.	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8
3.5.B	Média	3,5	3,7	3,5	3,6	3,7	3,5	3,3	3,9
	D.P.	1,9	1,9	2,1	1,9	2,1	2,0	2,0	2,0
3.6.B	Média	5,6	6,2	6,2	6,1	6,2	6,3	5,9	5,9
	D.P.	1,8	1,1	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
3.7.B	Média	5,5	5,5	5,8	5,6	5,4	5,5	5,7	5,8
	D.P.	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4	1,5	1,2	1,2
3.8.B	Média	5,6	5,4	5,8	5,6	5,6	5,6	5,7	5,4
	D.P.	1,7	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3
3.9.B	Média	3,9	4,0	3,7	3,9	3,4	3,8	3,9	4,3
	D.P.	1,7	1,6	1,9	1,7	1,7	1,6	1,8	1,8

Questão 3.1B: *CTS e "afastamento" do ensino da "ciência pura";*

Questão 3.2B: *CTS e preparação dos professores;*

Questão 3.3B: *CTS e conhecimento dos factos que rodeiam os problemas;*

Questão 3.4B: *CTS e domínio geral dos problemas;*

Questão 3.5B: *CTS e controlo dos alunos na sala de aula;*

Questão 3.6B: *CTS e actual tempo lectivo disponível;*

Questão 3.7B: *CTS e os métodos tradicionais de avaliação;*

Questão 3.8B: *CTS e os materiais curriculares;*

Questão 3.9B: *CTS e o mundo em transformação.*

## Anexo 16

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 4 da Parte B do questionário:

*Os professores e o tratamento das actividades CTS nas disciplinas de ciências.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4º 2º ciclo	4ºA+ 4ºB	11ºB		1-3	4-6	7-15	>16
4.1.B	Média	2,7	2,6	2,1	2,4	2,3	2,5	2,3	2,7
	D.P.	1,6	1,5	1,3	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5
4.2.B	Média	3,7	3,0	3,6	3,4	3,0	3,9	3,4	3,2
	D.P.	2,0	1,8	2,1	2,0	1,8	2,2	2,0	2,0

Questão 4.1B: *os temas CTS não deveriam ser explorados nas disciplinas por provocarem afastamento da "ciência pura";*

Questão 4.2B: *os temas CTS não deveriam ser explorados nas disciplinas de ciências pelo facto de se encontrarem na interface das disciplinas tradicionais.*

## Anexo 17

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 5 da Parte B do questionário:

*Os professores e a forma de exploração de temas CTS nas aulas de ciências.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4º 2º ciclo	4ºA+ 4ºB	11ºB		1-3	4-6	7-15	>16
5.1.B	Média	5,0	5,2	5,3	5,2	5,8	5,0	5,1	5,1
	D.P.	1,5	1,6	1,6	1,6	1,4	1,6	1,6	1,6
5.2.B	Média	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,6	3,6	3,3
	D.P.	1,8	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7	1,9	1,9
5.3.B	Média	4,0	4,3	3,9	4,1	3,9	3,9	4,0	4,4
	D.P.	1,5	1,8	1,9	1,8	1,6	2,0	1,8	1,8
5.4.B	Média	5,1	5,1	5,0	5,1	5,3	4,8	5,1	4,9
	D.P.	1,4	1,5	1,8	1,6	1,5	1,8	1,5	1,5

Questão 5.1B: *CTS nas aulas como actividade complementar;*

Questão 5.2B: *CTS nas aulas como capítulo do programa;*

Questão 5.3B: *CTS nas aulas como ponto de partida de todas as sequências de ensino;*

Questão 5.4B: *CTS com estatuto idêntico a outras actividades.*

## Anexo 18

As opiniões dos professores da amostra, expressas na escala de 1 a 7, face aos itens da Questão 6 da Parte B do questionário:

*Os professores e a ênfase de tratamento de questões CTS.*

Ques- tão	Indica- dores	Grupos			Amostra	Tempo de serviço (anos)			
		4º 2º ciclo	4ºA+ 4ºB	11ºB		1-3	4-6	7-15	>16
6.1.B	Média	5,4	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	5,2
	D.P.	1,3	1,3	1,6	1,4	1,3	1,7	1,3	1,3
6.2.B	Média	4,7	5,1	5,2	5,1	5,0	5,2	5,1	5,0
	D.P.	1,4	1,3	1,6	1,4	1,3	1,3	1,5	1,5

Questão 6.1B: o CTS e os aspectos mais debatíveis e complexos;

Questão 6.2B: análise das aplicações da ciência e da tecnologia.

## Anexo 19

As opiniões dos professores da amostra, face à Questão 7 da Parte B do questionário:

*Os professores e a dinamização de actividades CTS.*

	Básico				Secundário			
	4º	4ºA /B	11º B	Totais	4º	4ºA /B	11º B	Totais
<b>Nunca</b>	1	3	1	5		2	1	3
<b>Raramente</b>	12	5	14	31		14	13	27
<b>Algumas vezes</b>	17	29	21	67	1	31	38	70
<b>Muitas vezes</b>	4	3	6	13	1	3	8	12
<b>Sempre</b>			1	1				0

## Anexo 20

### *Os modelos de professores e as concepções e práticas CTS.*

		Questões											Ensino									
		4			5					6			Básico					Secundário				
		4.1	4.2	?	5.1	5.2	5.3	5.4	?	6.1	6.2	?	N	R	AV	MV	S	N	R	AV	MV	S
Modelo Tradic.	4°	3			3	2	1	2		1		3			3	1						
	4°AB	6	1	1	5	3	3	7		4		4	1		2		1		5	1		
	11°B	6	2	2	8	3	2	3	2	2		8	1	4	2			3	5			
	<b>Total</b>	15	3	3	16	8	6	12	2	7		15	2	7	5		1	3	10	1		
Modelo Tecnol.	4°																					
	4°AB	1	2		2		1	2				2			2							
	11°B																					
	<b>Total</b>	1	2		2		1	2				2			2							
Modelo Artesão	4°	4	1	1	4	2	1	5	2	3		3		3	2	1						
	4°AB	14	3	1	10	6	7	9	1	3	7	8	1	2	9	1	2	5	3	1		
	11°B	10	1	8	15	3	11	14	1	5	4	9		7	7	1		3	5	2		
	<b>Total</b>	28	5	10	29	11	19	28	4	11	11	20	1	12	18	3	2	8	8	3		
Modelo Descob.	4°	2	2		3	1		4		1		3			3	1					1	
	4°AB	2		1	1		2	3		1		2			1			1	1	1		
	11°B	2			2			2				2			2				2			
	<b>Total</b>	6	2	1	6	1	2	9		1		7			6	1		1	3	2		
Modelo Constr.	4°		2		2			2				2		1	1							
	4°AB	3			3		1	1		1	1	1		1	2				3			
	11°B		1	4	5	1	2	4		1	2	2						1	4			
	<b>Total</b>	3	1	4	10	1	3	7		2	3	5			2	3			1	7		

(N.B: Bás.= básico; Sec.= secundário; N=nunca; R=raramente; AV= algumas vezes; MV= muitas vezes; S= sempre)

## Anexo 21

Carlos Laranjeira Craveiro  
Rua do Impasse, nº 7, 3º esquerdo  
2300 Tomar  
(Telefone: 049-316258)

Ex.mo(a) Senhor(a)  
Presidente do Conselho Directivo da  
Escola \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tomar, \_\_ / \_\_ / 1998

**Assunto:** *Questionário para professores do(s) \_\_\_\_\_ grupo(s)/*

- 1- Sou professor de nomeação definitiva do 11º grupo B, da Escola Secundária de Santa Maria do Olival, em Tomar, encontrando-me actualmente a frequentar um Curso de Mestrado em Educação, na área de especialização de Metodologia do Ensino das Ciências, promovido pela Universidade de Évora.
- 2- O(s) envelope(s) que junto envio contém(êm) \_\_\_\_ questionários destinados aos professores do(s) \_\_\_\_\_ grupo(s) dessa escola, solicitando desde já a vossa autorização para a aplicação dos mesmos.
- 3- A informação recolhida a partir desses questionários "Concepções e Práticas dos Professores de Ciências" servirá para apoiar a elaboração de uma dissertação sobre "A Educação em Ciências na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade" e, dessa forma, contribuir para ampliar o conhecimento das necessidades de formação dos professores, no campo específico da Educação em Ciências.
- 4- Nesse sentido, muito agradecia a entrega do(s) envelope(s) já timbrado(s) ao(s) delegado(s)/representante(s) do(s) grupo(s) acima referido(s), contendo cada um deles um officio destinado a esse(s) professor(es).

Certo da vossa melhor atenção para o solicitado, e agradecendo desde já a vossa preciosa colaboração para o sucesso desta investigação, envio a V. Ex<sup>a</sup> os meus melhores cumprimentos.

## Anexo 22

Carlos Laranjeira Craveiro  
Rua do Impasse, nº 7, 3º esquerdo  
2300 Tomar  
(Telefone: 049-316258)

Ex.mo(a) Senhor(a)  
Delegado(a)/Representante do \_\_\_\_\_ grupo  
da Escola \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tomar, \_\_\_ / \_\_\_ / 1998

**Assunto:** *Questionário para professores do \_\_\_\_\_ grupo.*

Caríssimo(a) colega,

1- Sou professor de nomeação definitiva do 11º grupo B, da Escola Secundária de Santa Maria do Olival, em Tomar, encontrando-me actualmente a frequentar um Curso de Mestrado em Educação, na área de especialização de Metodologia do Ensino das Ciências, promovido pela Universidade de Évora.

2- O envelope que agora tem em sua posse contém \_\_\_\_\_ questionários, que muito agradecia fossem entregues a cada um dos colegas dos quais V. Ex<sup>a</sup> é delegado(a)/representante, solicitando o seu preenchimento tão breve quanto possível.

3- A informação recolhida a partir desses questionários "Concepções e Práticas dos Professores de Ciências" servirá para apoiar a elaboração de uma dissertação sobre "A Educação em Ciências na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade" e, dessa forma, contribuir para ampliar o conhecimento das necessidades de formação dos professores, no campo específico da Educação em Ciências.

4- Após o preenchimento dos questionários muito agradecia a sua recolha e colocação de novo no mesmo envelope, já timbrado e endereçado, por forma a ser devolvido pelo correio. Seria ideal que a devolução ocorresse até às férias de Carnaval...

Certo da vossa melhor atenção para o solicitado, e agradecendo desde já a vossa colaboração para o sucesso desta investigação, apresento as mais cordiais saudações.

## Anexo 23

De: Carlos Laranjeira Craveiro  
Rua do Impasse, nº 7, 3º esquerdo  
2300 Tomar  
(Telefone: 049-316258)

Ex.mo(a) Senhor(a)  
Presidente do Conselho Directivo da  
Escola \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tomar, 6 de Março de 1998

**Assunto:** *Questionário para professores dos \_\_\_\_\_ grupos*

1- Sou professor de nomeação definitiva do 11º grupo B, da Escola Secundária de Santa Maria do Olival, em Tomar, encontrando-me actualmente a frequentar um Curso de Mestrado em Educação, na área de especialização de Metodologia do Ensino das Ciências, promovido pela Universidade de Évora.

2- No início do mês de Fevereiro entreguei pessoalmente nessa escola, um conjunto de questionários destinados aos professores dos \_\_\_\_\_ grupos, com vista à recolha de opiniões sobre alguns aspectos da *organização curricular* e das *metodologias de ensino-aprendizagem das ciências*. Tal informação servirá para apoiar a elaboração de uma dissertação sobre "A Educação em Ciências na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade".

3- Até à presente data já recebi da parte dos respectivos delegados, os questionários dos professores do(s) \_\_\_\_\_ grupos. No entanto, como tenho alguma urgência no tratamento dos dados dos restantes professores, muito agradecia que contactasse o(s) delegados/representante(s) do(s) \_\_\_\_\_ grupo(s) em falta, no sentido do envio dos referidos questionários, em envelopes que para o efeito já deixei endereçados e timbrados.

Antecipadamente grato pela atenção e pela colaboração prestada, despeço-me enviando os meus melhores cumprimentos

