

ISABEL JOSÉ BOTAS BRUNO FIALHO

**OS DESAFIOS DA LITERACIA CIENTÍFICA NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE
BIOLOGIA E GEOLOGIA**

*CONCEPÇÕES E PRÁTICAS DE PROFESSORES
ESTAGIÁRIOS*

Volume 1

Orientador: Professor Doutor Vítor Manuel de Sousa Trindade

Esta tese não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

2005

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**OS DESAFIOS DA LITERACIA CIENTÍFICA NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE
BIOLOGIA E GEOLOGIA**
CONCEPÇÕES E PRÁTICAS DE PROFESSORES ESTAGIÁRIOS

ISABEL JOSÉ BOTAS BRUNO FIALHO

Dissertação para obtenção do grau de Doutor no ramo de Ciências da Educação

Sob orientação do Professor Doutor Vítor Manuel de Sousa Trindade



2005

156920

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto de um longo e sinuoso percurso de investigação, pautado por momentos de entusiasmo, certezas e convicções mas também, por momentos de dúvidas, desânimo e angústias. A todos os que acompanharam estes momentos e contribuíram para a concretização deste trabalho, queremos expressar a nossa gratidão.

Ao professor Doutor Vítor Trindade, que desde o primeiro momento aceitou orientar esta dissertação, pelo seu saber, pela confiança, sugestões e críticas, que muito contribuíram para a valorização do trabalho, mas também pelo grande incentivo e amizade com que sempre nos acolheu.

À Universidade de Évora que contribuiu para que tivéssemos as condições necessárias à realização deste trabalho.

Aos professores estagiários dos cursos de Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia e de Física e Química, da Universidade de Évora, do ano lectivo de 2003/04, que responderam ao questionário.

Aos professores estagiários, que colaboraram connosco no estudo de casos, dando-nos algum do seu precioso tempo, em particular à Clélia, ao Luís e ao Carlos, pela colaboração e empenhamento demonstrados.

À mestre Florbela pelos seus conselhos e esclarecimentos aquando do tratamento e análise estatística dos dados.

Ao Doutor Mário Carmo pela disponibilidade para ler o nosso trabalho e pelo rigor e sentido crítico com que o fez.

A todos os amigos, pelas palavras e acções oportunas que sempre souberam ter, pelo incentivo e apoio demonstrado em momentos de maior tensão.

Aos colegas do Departamento e em particular ao Jorge Bonito, pela sua ajuda, partilha de vivências e aprendizagens e pelo seu grande apoio em alguns momentos difíceis.

À minha mãe, pela sua total disponibilidade e inestimável ajuda nas tarefas do dia-a-dia, na resolução das questões domésticas, assegurando as condições necessárias para que este trabalho fosse concluído.

À minha irmã Sofia e cunhado João, pela preocupação e espírito de entreajuda, que nos levou à certeza de não estarmos sós neste empreendimento.

Ao Edmundo, a quem devo o trilho deste percurso profissional; que sempre nos incentivou e apoio incondicionalmente; que nos acompanhou em todos os momentos; que soube compreender a nossa entrega total ao trabalho e que tudo fez para garantir um clima de serenidade no quotidiano familiar. As suas palavras, o seu carinho e dedicação foram fundamentais nesta longa caminhada.

Aos meus filhos, Gonçalo e Bernardo, que em muitas ocasiões tiveram de prescindir do tempo que era deles, que tiveram de crescer com uma mãe presente mas pouco disponível.

RESUMO

Em Portugal, como em muitos outros países do mundo, vive-se um período de mudança na organização curricular do ensino básico, particularmente na área das ciências naturais. Os novos currículos reflectem as tendências actuais da educação científica, propostas por diversas organizações internacionais. Estes documentos, da política educativa, apontam para um novo paradigma do ensino da ciência assente em algumas ideias centrais das quais se destacam: “formação para a literacia científica e cidadania”, a “utilização de experiências educativas activas, significativas, diversificadas, integradoras e socializadoras”, a “flexibilidade curricular”, a “interdisciplinaridade”, “a aprendizagem construtivista”, a “contextualização do ensino”, a “valorização dos conhecimentos dos alunos”, “a ênfase em temáticas baseadas nas relações ciência-tecnologia-sociedade e as suas interacções com o ambiente”; o “ensino centrado em competências”; a “incidência em actividades de resolução de problemas, actividades de pesquisa e actividades experimentais” e o “uso das novas tecnologias de informação e comunicação”.

Um ensino desta natureza exige novas formas de estar e de agir por parte dos professores de ciências e exige uma formação adequada às novas orientações da educação científica. A investigação tem revelado, contudo, que as reformas curriculares estão votadas ao fracasso quando os professores não são envolvidos no processo de mudança e quando eles próprios não se sentem identificados com o sentido das mudanças. Neste sentido, impõe-se uma intervenção ao nível da formação de professores, para encontrar vias mais ajustadas e coerentes com as novas tendências da educação científica.

O desenvolvimento teórico do nosso estudo foi estruturado tendo em vista, por um lado, proporcionar uma visão abrangente da problemática da formação inicial de professores, com particular incidência na Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia, ministrada na Universidade de Évora e, por outro lado, promover a reflexão sobre as implicações dos novos currículos do ensino básico, na formação inicial de professores de ciências.

Quanto à parte empírica do trabalho, que teve como objectivo averiguar em que medida a formação inicial de professores de ciências, na Universidade de Évora, está a preparar profissionais capazes de responder aos desafios dos actuais currículos de ciências, centrados em competências de literacia científica, procurámos fazer uma análise objectiva da

problemática da formação inicial de professores, a partir das concepções e das atitudes de professores estagiários.

De acordo com o nosso estudo, a formação de professores de ciências constitui uma das áreas prioritárias de intervenção. Os professores revelaram concepções e atitudes inadequadas, tanto ao nível dos objectivos da educação em ciência, como das atitudes em relação à prática pedagógica e, ainda, no que se refere à cultura em ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA). É nossa convicção que, a alteração dessas concepções e atitudes exige uma formação assente em princípios construtivistas e práticas reflexivas e investigativas.

Para corresponder às exigências da profissão docente no presente, e num futuro próximo, é necessário transformar a formação inicial de professores num processo com efectiva influência no desenvolvimento das suas concepções e saberes, que contribua para a formação de profissionais autónomos, críticos e inovadores.

PLANO DE TRABALHO

VOLUME 1

INTRODUÇÃO

REVISÃO DA LITERATURA

Capítulo 1 – A formação de professores em Portugal. Enquadramento histórico, contexto legal e institucional

Capítulo 2 – A ciência nos currículos escolares

Capítulo 3 – Ensino das ciências e literacia científica

Capítulo 4 – Pensar a formação inicial de professores à luz das actuais tendências da educação em ciência

INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

Capítulo 5 – Concepção e desenvolvimento da investigação

Capítulo 6 – Acção de Formação/Reflexão

Capítulo 7 – Tratamento e análise dos resultados

Capítulo 8 – Conclusões e limitações do estudo

Capítulo 9 – Considerações finais e implicações educacionais

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÊNDICES

VOLUME 2

Anexo 1 – Questionário P (1.ª versão)

Anexo 2 – Guião para análise do Questionário P

Anexo 3 – Enquadramento conceptual do questionário de literacia científica utilizado no Pisa 2000

Anexo 4 – Material utilizado na Acção de Formação/Reflexão

Anexo 5 – Dados obtidos a partir do *questionário P* (1.^a fase: estudo exploratório)

Anexo 6 – Dados obtidos a partir do *questionário P* (2.^a fase: estudo de casos)

Anexo 7 – Planificação da unidade de ensino. Recursos naturais: Utilização e consequências

CD-Rom 1: Planificação do grupo experimental

CD-Rom 2: Planificação do grupo de controlo

Anexo 8 – Dados obtidos a partir do *questionário A* (2.^a fase: estudo exploratório)

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE QUADROS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DA LITERATURA.....	10
CAPÍTULO 1	
A FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM PORTUGAL	
ENQUADRAMENTO HISTÓRICO, CONTEXTO LEGAL E	
ORGANIZACIONAL	11
I – FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DE	
1970 AOS NOSSO DIAS	13
1 – PRINCÍPIOS ORIENTADORES, COMPONENTES DE FORMAÇÃO E	
ORGANIZAÇÃO CURRICULAR DOS MODELOS EM VIGOR.....	18
1.1 – Licenciaturas com Ramo Educacional.....	28
1.2 – Licenciaturas em Ensino.....	30
1.3 – Estágios Pedagógicos.....	31
2 – INGRESSO NOS CURSOS	33
3 – QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL.....	38
4 – INSTITUIÇÕES DE FORMAÇÃO	42
5 – AS LICENCIATURAS EM ENSINO. O CASO DA LICENCIATURA EM	
ENSINO DE BIOLOGIA E GEOLOGIA NA UNIVERSIDADE DE ÉVORA.	
ELEMENTOS DESCRITIVOS E ALGUMAS REFLEXÕES CRÍTICAS	46
5.1 – Génese e Evolução.....	47
5.2 – Análise Funcional, Problemas e Sugestões	49
5.2.1 – <i>Integração das componentes de formação e integração da</i>	
<i>teoria e da prática</i>	<i>50</i>
5.2.2 – <i>A prática pedagógica como eixo estruturante da formação</i>	
<i>profissional</i>	<i>56</i>
5.2.3 – <i>O estágio pedagógico como elemento regulador na</i>	
<i>formação de professores.....</i>	<i>59</i>
5.2.4 – <i>As práticas docentes dos professores formadores como</i>	
<i>reforço positivo na formação dos futuros professores</i>	<i>66</i>
5.2.5 – <i>Adequação da formação às necessidades de educação</i>	
<i>do(s) nível(is) de ensino a que se destina</i>	<i>69</i>
5.2.6 – <i>Perspetivar a formação inicial como a primeira etapa da</i>	
<i>formação profissional.....</i>	<i>72</i>
5.2.7 – <i>Formação científico-pedagógica com ênfase na</i>	
<i>capacidade reflexiva e nos instrumentos de investigação</i>	<i>74</i>
5.2.8 – <i>Adequar a formação profissional às novas funções e</i>	
<i>papéis dos professores</i>	<i>77</i>
5.2.9 – <i>Dotar o corpo docente da formação inicial com</i>	
<i>professores formadores.</i>	<i>78</i>

5.3 – Algumas Recomendações	83
5.3.1 – Recursos humanos	83
5.3.2 – Currículo de formação	84
5.3.3 – Organização da formação	86
5.3.4 – Aspectos institucionais.....	86
5.3.5 – Política educativa	89
II – FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS – QUE FUTURO?	92
1 – A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES À LUZ DA DECLARAÇÃO DE BOLONHA	94
1.1 – Perfis de Competências.....	96
1.2 – Estrutura da Formação.....	98
 CAPÍTULO 2	
A CIÊNCIA NOS CURRÍCULOS ESCOLARES.....	104
I – O PORQUÊ DO ENSINO DAS CIÊNCIAS	105
II – EVOLUÇÃO DO ENSINO DAS CIÊNCIAS NOS ÚLTIMOS 40 ANOS.....	109
1 – PARADIGMA EMPIRISTA. O ENSINO DAS CIÊNCIAS NOS ANOS 60 E 70 DO SÉCULO XX.....	109
1.1 – Principais Inovações Pedagógicas da Reforma Curricular dos Anos 60/70, do Século XX.....	112
1.1.1 – Aprendizagem por Objectivos (APO). Breve caracterização	115
1.1.2 – Aprendizagem por Descoberta (APD). Breve caracterização	116
1.1.3 – Apreciação crítica	118
2 – PARADIGMA CONSTRUTIVISTA. O ENSINO DAS CIÊNCIAS NOS 80 E 90 DO SÉCULO XX.....	122
3 – AS CORRENTES PÓS-MODERNAS PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS	128
3.1 – Breve Análise Crítica da Política Educativa Portuguesa em Relação ao Ensino das Ciências	135
3.1.1 – O currículo nacional do ensino básico.....	135
3.1.2 – Orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico. Área de ciências físicas e naturais	141
 CAPÍTULO 3	
ENSINO DAS CIÊNCIAS E LITERACIA CIENTÍFICA	146
I – O CONCEITO DE LITERACIA CIENTÍFICA	147
II – ALGUNS ESTUDOS EM LITERACIA CIENTÍFICA	153
1 – RESULTADOS DA PARTICIPAÇÃO DE PORTUGAL EM ESTUDOS INTERNACIONAIS DE LITERACIA CIENTÍFICA	159
2 – ESTUDOS NACIONAIS DE LITERACIA CIENTÍFICA	164
3 – ESTUDOS SOBRE ATITUDES, CONCEPÇÕES E INTERESSES DOS ALUNOS PELA CIÊNCIA	166

III – ENSINO DAS CIÊNCIAS, LITERACIA CIENTÍFICA E CIDADANA	169
IV – DESENVOLVIMENTO CURRICULAR CENTRADO NA LITERACIA CIENTÍFICA	176
1 – COMPONENTES DO CURRÍCULO	178
1.1 – As Competências	179
1.2 – Os Objectivos.....	183
1.3 – Os Conteúdos.....	184
1.3.1 – Conteúdos conceptuais	187
1.3.2 – Conteúdos processuais	188
1.3.3 – Conteúdos atitudinais	191
1.3.4 – Conteúdos de História, Sociologia e Epistemologia	193
1.3.5 – Conteúdos de âmbito Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente	199
1.4 – As Experiências Educativas.....	205
1.4.1 – Actividades de pesquisa	209
1.4.2 – Resolução de problemas	211
1.4.3 – Actividades experimentais	219
1.5 – A Avaliação	227
2 – PRINCIPAIS VERTENTES DE UM CURRÍCULO DE LITERACIA CIENTÍFICA	230
2.1 – Flexibilidade Curricular	231
2.2 – Contextualização.....	236
2.3 – Interdisciplinaridade	238
2.4 – Aprendizagem Construtivista	241
<i>A dimensão pessoal da aprendizagem construtivista</i>	<i>244</i>
<i>A dimensão social da aprendizagem construtivista.....</i>	<i>245</i>
2.5 – As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC)	247
2.6 – A Comunicação	250

CAPÍTULO 4

PENSAR A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES À LUZ DAS ACTUAIS TENDÊNCIAS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA.....	253
I – NECESSIDADE DE RENOVAR A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS	254
1 – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O CURRÍCULO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES	257
2 – PERFIL GERAL DE DESEMPENHO DOS PROFESSORES	262
II – O CURRÍCULO DE FORMAÇÃO.....	266
1 – FORMAÇÃO E CULTURA CIENTÍFICA	270
2 – NATUREZA DA FORMAÇÃO.....	274
2.1 – A reflexão e a Investigação como Estratégias de Formação	276
III – O CONHECIMENTO PROFISSIONAL DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS	285
1 – CONCEPÇÕES E PRÁTICAS DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS	292
1.1 – Concepções sobre a Ciência	293

1.2 – Concepções sobre Ensino e Aprendizagem das Ciências.....	297
1.3 – Relação entre as Concepções Epistemológicas e a Prática Pedagógica	299
1.4 – Modelos Conceptuais de Prática Pedagógica	302
INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA	307
CAPÍTULO 5	
CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA INVESTIGAÇÃO	308
I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO DO ESTUDO	309
1 – DA PROBLEMÁTICA DA INVESTIGAÇÃO ÀS HIPÓTESES.....	312
2 – TERRENO DA INVESTIGAÇÃO.....	315
3 – OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO	316
II – DESENHO DA INVESTIGAÇÃO E METODOLOGIA	318
1 – QUADRO CONCEPTUAL	318
2 – FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA	321
3 – DESCRIÇÃO METODOLÓGICA FUNDAMENTADA DAS FASES DA INVESTIGAÇÃO.....	325
3.1 – Fase 1. Estudo Exploratório.....	326
3.1.1 – <i>Algumas considerações sobre o questionário</i>	327
3.1.2 – <i>Construção e validação do questionário</i>	330
3.1.3 – <i>Caracterização do Questionário P</i>	332
3.2 – Fase 2. Estudo de Caso e Estudo Exploratório	342
3.2.1 – <i>Os questionários</i>	347
3.2.2 – <i>Análise documental – Planificação de uma unidade de ensino</i>	350
3.2.3 – <i>Observação da prática pedagógica</i>	352
CAPÍTULO 6	
ACÇÃO DE FORMAÇÃO/REFLEXÃO	355
I – PRINCÍPIOS ORIENTADORES E DESCRIÇÃO	356
II – UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO AO NÍVEL DA DIDÁCTICA DAS CIÊNCIAS	364
CAPÍTULO 7	
TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	370
I – TRATAMENTO DOS DADOS.....	371
II – TRATAMENTO DOS QUESTIONÁRIOS	372
III – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	376
1 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	376
2 – DIMENSÕES E CATEGORIAS DE ANÁLISE.	379
2.1 – Concepções sobre os Objectivos da Educação em Ciência.....	381
2.1.1 – <i>Objectivos conceptuais</i>	382
2.1.2 – <i>Objectivos procedimentais</i>	384
2.1.3 – <i>Objectivos atitudinais</i>	386

2.1.4 – Objectivos epistemológicos	387
2.2 – Atitudes em Relação à Prática Pedagógica.....	389
2.2.1 – Experiências educativas	391
2.2.1.1 – Concepções alternativas	391
2.2.1.2 – Actividades de pesquisa	392
2.2.1.3 – Actividades experimentais	394
2.2.1.4 – Resolução de problemas	395
2.2.1.5 – Exposição.....	397
2.2.2 – Planificação	400
2.2.3 – Ênfase do ensino	402
2.3 – Concepções sobre CTSA	404
2.3.1. – Tomada de decisões	404
2.3.2 – Relações CTSA.....	406
2.3.3 – Natureza e desenvolvimento do conhecimento científico	407
2.4 – Conhecimento de Temas Contemporâneos de Âmbito CTSA	410
2.5 – Fontes de Informação de Temas de CTSA	414
3 – TENDÊNCIA GERAL DAS CONCEPÇÕES E ATITUDES DOS PROFESSORES	417
SECÇÃO B – ESTUDO DE CASO E ESTUDO EXPLORATÓRIO	429
B1 – OS PROFESSORES	429
I – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	429
II – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	430
III – PLANIFICAÇÕES E AULAS	436
1 – ANÁLISE DAS PLANIFICAÇÕES.....	436
2 – ANÁLISE DAS AULAS.....	440
3 – DA PLANIFICAÇÃO PARA AS AULAS	446
B2 – OS ALUNOS.....	448
I – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	448
II – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	450
1 – DESEMPENHO DOS ALUNOS NO TESTE DE LITERACIA CIENTÍFICA	451
2 – ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PRÉ-TESTE E NO PÓS-TESTE	461
3 – ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PÓS-TESTE E DAS CLASSIFICAÇÕES DO FINAL DO 3.º PERÍODO	463
CAPÍTULO 8	
CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	466
CAPÍTULO 9	
CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS	476
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	482
APÊNDICES	526

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1	<i>Sistemas de Formação Inicial de Professores do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, de 1971 a 2004.....</i>	17
Quadro 2	<i>Unidades de Crédito das Componentes de Formação, Contabilizadas no Sistema Europeu de Transferência de Créditos (ECTS)</i>	22
Quadro 3	<i>Caracterização de duas Modalidades de Prática Pedagógica</i>	27
Quadro 4	<i>Planos de Estudos da Licenciatura com Ramo Educacional</i>	29
Quadro 5	<i>Plano de Estudos das Licenciaturas em Ensino</i>	31
Quadro 6	<i>Número de Alunos Candidatos, Colocados e Colocados em 1.ª Opção em Cursos de Formação Inicial de Professores de Ciências, Ministrados nas Universidades Públicas em 1999 e 2000.....</i>	36
Quadro 7	<i>Cursos de Formação Inicial de Professores de Biologia e Geologia (3.º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário).....</i>	43
Quadro 8	<i>Plano de Estudos da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia da Universidade de Évora (a partir de 1993)</i>	48
Quadro 9	<i>Diferenças entre Educação em Ciência e Ensino das Ciências</i>	70
Quadro 10	<i>Perfil Geral de Competências do Graduado de 2º Ciclo de Estudos Superiores da Área de Formação de Professores</i>	96
Quadro 11	<i>Perfil de Competências Académicas/Profissionais do Professor do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário.....</i>	97
Quadro 12	<i>Competências de Admissão aos Cursos de Formação de Professores (2.º Ciclo de Estudos Superiores)</i>	99
Quadro 13	<i>Distribuição de ECTS nas Diversas Áreas dos Cursos de Formação de Professores do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário</i>	100
Quadro 14	<i>Competências Gerais Definidas no Currículo Nacional do Ensino Básico</i>	139
Quadro 15	<i>Categorias de Actividades Científicas e Procedimentos Científicos.....</i>	189
Quadro 16	<i>Atributos Comuns das Actividades de Pesquisa, Resolução de Problemas e Actividades Experimentais</i>	208
Quadro 17	<i>Critérios de Classificação dos Problemas</i>	213
Quadro 18	<i>Diferenças entre os Conceitos de Exercício e Problema</i>	214
Quadro 19	<i>Etapas de Integração Crescente de Conhecimentos</i>	239
Quadro 20	<i>Quadro Sinóptico da Primeira Fase da Investigação – Estudo Exploratório (realizado com os professores)</i>	327
Quadro 21	<i>Quadro Sinóptico do Questionário P (aplicado aos professores).....</i>	334
Quadro 22	<i>Itens da Questão 1 do Questionário P.....</i>	337

Quadro 23 <i>Itens da Questão 2 do Questionário P</i>	338
Quadro 24 <i>Itens da Questão 3 do Questionário P</i>	340
Quadro 25 <i>Itens da Questão 4 do Questionário P</i>	341
Quadro 26 <i>Itens da Questão 5 do Questionário P</i>	342
Quadro 27 <i>Quadro Sinóptico da Segunda Fase da Investigação – Estudo de Casos (professores) e Estudo Exploratório (realizado com alunos)</i>	344
Quadro 28 <i>Quadro sinóptico do Questionário A</i>	349
Quadro 29 <i>Descrição Sumária do Plano da Acção de Formação/Reflexão: Temáticas, Objectivos e Estratégias Globais de Formação</i>	359
Quadro 30 <i>Pontuação dos Itens Positivos e Negativos das Questões 1, 2 e 3 (Questionário P)</i>	373
Quadro 31 <i>Pontuação dos Itens da Questão 4 (Questionário P)</i>	373
Quadro 32 <i>Cotações Máximas e Mínimas das Questões do Questionário P</i>	374
Quadro 33 <i>Distribuição das Frequências Absolutas (N) e Relativas (%) para a Variável Género</i>	376
Quadro 34 <i>Distribuição das Frequências Absolutas (N) e Relativas (%) para a Variável Curso</i>	377
Quadro 35 <i>Distribuição das Frequências Absolutas (N) e Médias e Desvios Padrão para a Variável Idade</i>	378
Quadro 36 <i>Coeficientes de Fidelidade do Questionário P</i>	380
Quadro 37 <i>Distribuição dos Itens da Questão 1 pelas Subcategorias: Objectivos Conceptuais, Objectivos Procedimentais, Objectivos Atitudinais e Objectivos Epistemológicos</i>	381
Quadro 38 <i>Perspectivas Epistemológicas e Competências Subjacentes em cada Objectivo (item) da Questão 1</i>	382
Quadro 39 <i>Objectivos Conceptuais. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%) Médias e Desvios Padrão</i>	383
Quadro 40 <i>Objectivos Procedimentais. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	384
Quadro 41 <i>Objectivos Atitudinais. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	386
Quadro 42 <i>Objectivos Epistemológicos. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	387
Quadro 43 <i>Objectivos da Educação em Ciência. Médias e Desvios Padrão para as Subcategorias: Objectivos Conceptuais, Objectivos Procedimentais, Objectivos Atitudinais e Objectivos Epistemológicos</i>	388
Quadro 44 <i>Objectivos da Educação em Ciência, função das Variáveis Independentes</i>	389

Quadro 45 <i>Distribuição dos Itens da Questão 2 pelas Categorias: Experiências Educativas e Planificação da Prática Pedagógica</i>	390
Quadro 46 <i>Concepções Alternativas. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	391
Quadro 47 <i>Actividades de pesquisa. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	392
Quadro 48 <i>Actividades experimentais. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	394
Quadro 49 <i>Resolução de problemas. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	396
Quadro 50 <i>Exposição. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	397
Quadro 51 <i>Experiências educativas. Médias e Desvios Padrão para as Subcategorias: Concepções Alternativas, Actividades de Pesquisa, Actividades Experimentais, Resolução de Problemas e Exposição</i>	399
Quadro 52 <i>Planificação. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	400
Quadro 53 <i>Atitudes em Relação à Prática Pedagógica. Médias e Desvios Padrão para as Categorias: Experiências Educativas e Planificação</i>	401
Quadro 54 <i>Atitudes em Relação à Prática Pedagógica, função das Variáveis Independentes</i>	402
Quadro 55 <i>Ênfase do ensino. Médias e Desvios Padrão para as subcategorias: ensino centrado no professor/conteúdos e ensino centrado no aluno</i>	403
Quadro 56 <i>Distribuição dos Itens da Questão 3 pelas Subcategorias: Tomada de Decisões, Relações CTSA e Natureza e Desenvolvimento do Conhecimento Científico</i>	404
Quadro 57 <i>Tomada de decisões. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	405
Quadro 58 <i>Relações CTSA. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	406
Quadro 59 <i>Natureza e Desenvolvimento do Conhecimento Científico. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	407
Quadro 60 <i>Concepções de âmbito CTSA. Médias e Desvios Padrão para as Subcategorias: Tomadas de Decisão, Relações CTSA e Natureza e Desenvolvimento do Conhecimento Científico</i>	408
Quadro 61 <i>Concepções de âmbito CTSA, função das Variáveis Independentes</i>	409
Quadro 62 <i>Temas de âmbito CTSA - Sociedade. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	410

Quadro 63 <i>Temas de âmbito CTS - Ambiente. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão</i>	412
Quadro 64 <i>Temas de CTSA. Médias e Desvios Padrão nas Categorias Sociedade e Ambiente</i>	413
Quadro 65 <i>Temas de CTSA, Função das Variáveis Independentes</i>	414
Quadro 66 <i>Principais Fontes de Informação de CTSA. Frequências Absolutas (N) e Frequências Relativas (%)</i>	415
Quadro 67 <i>Posição das Concepções e Atitudes dos Professores em Relação ao Quadro Teórico de Referência</i>	418
Quadro 68 <i>Tendência Geral das Concepções e Atitudes dos Professores. Médias e Desvios Padrão</i>	425
Quadro 69 <i>Tendência Geral das Concepções e Atitudes dos Professores, função das Variáveis Independentes</i>	428
Quadro 70 <i>Caracterização da Amostra de Professores do Estudo de Caso</i>	429
Quadro 71 <i>Médias e Desvios-Padrão dos Resultados obtidos no Pré-teste e no Pós-teste, pelos Grupos Experimental e de Controlo para as Categorias: Objectivos da Educação em Ciência, Atitudes em Relação à Prática Pedagógica, Concepções de âmbito CTSA e Temas de CTSA</i>	430
Quadro 72 <i>Fontes de Conhecimento em CTSA. Frequências Absolutas Registadas pelos Grupos de Controlo e Experimental, no Pré-teste e no Pós-teste</i>	433
Quadro 73 <i>Descrição Sumária das Planificações dos Grupos Experimental e de Controlo</i>	437
Quadro 74 <i>Registo de Ocorrências das Categorias Utilizadas na Análise de Conteúdo das Aulas Observadas</i>	441
Quadro 75 <i>Distribuição das Frequências Absolutas (N) e Relativas (%) para a Variável Género dos Alunos</i>	449
Quadro 76 <i>Distribuição das Frequências Absolutas, Médias e Desvio Padrão, para a Variável Idade dos alunos</i>	449
Quadro 77 <i>Codificação da Questão 1 (Questionário A)</i>	452
Quadro 78 <i>Questão 1. Distribuição das Frequências de Respostas (em percentagem)</i>	452
Quadro 79 <i>Codificação da Questão 2 (Questionário A)</i>	456
Quadro 80 <i>Questão 2. Distribuição das Frequências de Respostas (em percentagem)</i>	456
Quadro 81 <i>Codificação da Questão 3 (Questionário A)</i>	457
Quadro 82 <i>Questão 3. Distribuição das Frequências de Respostas (em percentagem)</i>	457
Quadro 83 <i>Codificação da Questão 4 (Questionário A)</i>	459

Quadro 84 <i>Questão 4. Distribuição das Frequências de Respostas (em percentagem)</i>	459
Quadro 85 <i>Resultados Obtidos no Teste de Literacia Científica (pré-teste e pós-teste), nos Grupos Experimental e de Controlo</i>	461
Quadro 86 <i>Classificações das Turmas dos Grupos de Controlo e Experimental, no final do 3.º Período. Frequências Absolutas, Médias e Desvios Padrão</i>	464
Quadro 87 <i>Resultados do Pós-Teste e Classificações do 3.º Período. Frequências Absolutas, Médias, Desvios Padrão e Percentagem da Cotação Média, em Relação à Cotação Total do Teste</i>	464

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Articulação das componentes de formação num curso de formação inicial de professores.	21
<i>Figura 2.</i> Número de alunos inscritos pela primeira vez, em cursos de formação inicial de professores (Biologia/Geologia, Física/Química, Física e Química), no período compreendido entre 1997 e 2003.	37
<i>Figura 3.</i> Esquema organizador dos quatro temas da área de Ciências Físicas e Naturais.	143
<i>Figura 4.</i> Representação das relações interactivas entre competências, conhecimentos, capacidades e atitudes.	180
<i>Figura 5.</i> Duas estratégias para abordar temas CTSA.	204
<i>Figura 6.</i> Modelo de resolução de problemas.	216
<i>Figura 7.</i> Modelo de resolução de problemas.	217
<i>Figura 8.</i> Componentes do conhecimento profissional do professor de ciências.	287
<i>Figura 9.</i> Modelo de mudança conceptual.	365
<i>Figura 10.</i> Distribuição das frequências relativas para a variável género.	377
<i>Figura 11.</i> Distribuição das frequências relativas para a variável curso.	377
<i>Figura 12.</i> Distribuição das frequências relativas para a variável idade.	378
<i>Figura 13.</i> Frequências (em percentagem) das principais fontes de conhecimentos de CTSA, por curso.	416
<i>Figura 14.</i> Scores médios alcançados e esperados, nas três dimensões (Objectivos da educação em ciência, Atitudes em relação à prática pedagógica e Cultura em CTSA).	427
<i>Figura 15.</i> Grupo experimental. <i>Scores</i> (em percentagem) obtidos no pré-teste e pós-teste, nas categorias: objectivos da educação em ciência, atitudes em relação à prática pedagógica, concepções de âmbito CTSA e temas de CTSA.	431
<i>Figura 16.</i> Grupo de controlo. <i>Scores</i> (em percentagem) obtidos no pré-teste e pós-teste, nas categorias: objectivos da educação em ciência, atitudes em relação à prática pedagógica, concepções de âmbito CTSA e temas de CTSA.	432
<i>Figura 17.</i> Fonte de conhecimentos de CTSA. Frequência de respostas obtidas nos grupos experimental e de controlo, no pré-teste e no pós-teste.	434
<i>Figura 18.</i> Questão 1 – Gráfico com a distribuição das frequências de respostas (em percentagem).	453

<i>Figura 19.</i> Questão 2 – Gráfico com a distribuição das frequências de respostas (em percentagem).	456
<i>Figura 20.</i> Questão 3 – Gráfico com a distribuição das frequências de respostas (em percentagem).	458
<i>Figura 21.</i> Questão 4 – Distribuição das frequências de respostas (em percentagem).....	460
<i>Figura 22.</i> Frequências (em percentagem) de respostas nulas e de respostas cotadas.	460
<i>Figura 23.</i> Percentagem da cotação média em relação à cotação total do teste de literacia científica.....	462

INTRODUÇÃO

Nas sociedades modernas, caracterizadas pela dinâmica de transformação e pelas rápidas mudanças, a importância da educação alcança uma dimensão verdadeiramente estratégica. O volume de conhecimentos acumulados pela sociedade, através das suas realizações culturais e científicas, é actualmente de tal dimensão, que levanta duas questões fundamentais na educação escolar: Que conhecimentos aprender?; Qual a melhor maneira para aprender?

Em décadas anteriores, as preocupações curriculares centravam-se, quase exclusivamente, na aquisição de conhecimentos científicos, com o fim de familiarizar os estudantes com as teorias, conceitos e processos científicos. Contudo, as exigências que as sociedades contemporâneas colocam ao sistema educativo não se coadunam com um currículo de natureza academicista, fechado ao mundo, em que as ciências são apresentadas de forma compartimentada, com conteúdos desligados da realidade, sem uma verdadeira dimensão global e integrada. Por conseguinte, nas décadas de 1980 e 1990, as tendências da educação científica mudaram passando a incluir a dimensão social. Emergiram novas orientações curriculares para o ensino das ciências, tendo sido estabelecida a “literacia científica para todos” como meta. As reformas curriculares, levadas a cabo em diversos países, passaram a colocar a ênfase na alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos.

Este novo paradigma da educação científica ajuda a aflorar e a transmitir os novos valores que permitem responder aos desafios das sociedades em mudança e a enfrentar as novas realidades com confiança. A construção de conhecimentos, o desenvolvimento de competências e a formação de atitudes, são requisitos para a qualificação de recursos humanos.

A adaptação do sistema educativo a um mundo social e culturalmente em mudança exige mecanismos de renovação, que assegurem as mudanças qualitativas requeridas. Esta adaptação não consiste, apenas, numa acomodação passiva do sistema ao que a sociedade determina. Implica, também, uma activa transformação e (re)elaboração de novos conhecimentos e valores, porque o sistema educativo não se limita a reflectir o mundo que o rodeia, mas contribui, de igual forma, para a sua transformação. Desses mecanismos de transformação destacamos a formação de professores, a inovação curricular e a investigação

educativa, sendo a formação de professores um dos factores que mais pode contribuir para a elevação da qualidade do ensino.

Para que os professores de ciências possam responder ao grande desafio que são os currículos centrados na literacia científica, é necessário que disponham de uma ampla e actualizada formação sobre os pontos de vista histórico e sociológico e a compreensão da filosofia da ciência e das relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), para assim situarem a ciência no seu contexto; é igualmente necessário que sejam capazes de ultrapassar alguns obstáculos epistemológicos e que disponham de materiais curriculares e recursos didácticos adequados.

As investigações evidenciam contudo, que grande parte dos professores não assume os novos objectivos e finalidades da educação científica. Como afirma Acevedo Díaz (2004), as grandes metas formuladas nos projectos curriculares não predizem necessariamente as actuações dos professores. Algumas das razões apontadas prendem-se com a existência de concepções e atitudes inadequadas, em consequência de uma formação que não promove a investigação e a reflexão epistemológica.

Nóvoa escrevia, em 1992, que a história da formação de professores, nos últimos 20 anos, podia ser contada como uma história de sucesso no que diz respeito à criação e desenvolvimento de estruturas de formação. Contudo, era uma história de insucesso, quanto ao nível de formação alcançado, salientando a incapacidade dos sistemas de formação em melhorar a formação científica e as competências profissionais dos professores. Uma década depois, o futuro da educação portuguesa continua a depender, em larga medida, da resolução do problema da formação de professores, pois “não há ensino de qualidade, nem reforma educativa, nem inovação pedagógica, sem uma adequada formação de professores” (Nóvoa, 1997, p. 9).

Desde o início da década de 1960, aquando da primeira grande reforma no ensino das ciências, que os professores têm sido apontados como um dos principais factores de influência no ensino (Dana, Lunetta, Fonseca e Campbell, 1998). Nas análises que, em momentos de crise, são feitas aos sistemas educativos, os professores surgem, frequentemente, como uma das causas do fracasso das reformas ou do insucesso dos alunos. Na verdade, segundo Martins (2002b), os professores são os agentes-chave de todo o sistema educativo e tudo o que se vier a alcançar com qualquer ciclo de estudos dependerá sempre da sua vontade e acção (condicionadas pelas suas concepções e crenças). Como sublinha

Patrício (1987), “a excelência dos professores é uma chave: com ela não se abrem todas as portas do sucesso; porém, sem ela conservam-se fechadas todas as portas do sucesso” (p. 50).

O êxito de qualquer reforma educativa recai, assim, nos seus principais obreiros, que são precisamente os professores. São eles que têm a missão de pôr em prática as novas orientações do sistema de ensino. Nesta perspectiva, compreende-se que a formação inicial de professores surja como uma problemática nuclear, nos discursos políticos e normativos.

Cada reforma educativa exige a formação de um determinado tipo de professor. A complexidade de uma sociedade moderna pluralista coloca maiores exigências ao professor da actualidade e do futuro, tanto ao nível pessoal, como ao nível científico e cultural, constituindo importantes desafios à formação de professores. É sobre estes desafios que o nosso estudo se desenvolve, tendo como referencial três eixos: o currículo, as competências (em literacia científica) e a formação de professores.

Quando falamos em currículo, pelo seu amplo significado no contexto educativo e como profissionais da educação, devemos ter dele uma visão como projecto aberto, integrador e flexível, que está de acordo com o contexto sócio-cultural onde se desenvolve. Quando falamos de competências referimo-nos a um “saber em acção” que visa promover o desenvolvimento integrado de conhecimentos, capacidades e atitudes, viabilizando a sua utilização em situações diversas.

O desenvolvimento curricular centrado em competências exige, do nosso ponto de vista, um professor competente que utilize o currículo, como guia para uma acção contextualizada; e que promova o desenvolvimento de competências, através da aplicação de conhecimentos, capacidades e atitudes em situações problemáticas, em que o pensamento analítico e reflexivo são uma condição. Neste sentido, a formação de professores deve ser entendida como um processo de “intervenção visando uma modificação nos domínios dos saberes, dos saberes-fazer e dos saber-ser do sujeito de formação.

Face aos importantes desafios que hoje se colocam aos sistemas educativos em geral e à formação de professores em particular, desenvolvemos uma investigação que teve como início a seguinte questão de partida: A formação inicial de professores de ciências (Biologia, Geologia, Física e Química) está a preparar professores capazes de responderem ao desafio

de um currículo de ciências que visa desenvolver nos alunos competências em literacia científica?

São avançadas quatro hipóteses, sustentadas na revisão bibliográfica e na reflexão e experiências pessoais: 1) as práticas pedagógicas dos professores estagiários e as suas concepções sobre desenvolvimento curricular, não estão, em grande parte, de acordo com as novas orientações curriculares para o ensino das ciências; 2) os professores estagiários apresentam um défice de cultura em ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, possuem conhecimentos insuficientes em temáticas actuais e revelam concepções e práticas pouco coerentes com as correntes actuais da filosofia e sociologia da ciência; 3) uma formação, que tenha como eixo estruturante as concepções e saberes dos futuros professores, a reflexão e a investigação, pode contribuir para a necessária mudança conceptual e atitudinal e para o desenvolvimento das competências requeridas pelo actual paradigma do ensino das ciências; 4) as práticas dos professores vão influenciar as competências em literacia científica dos alunos.

Partindo da distinção entre os cinco níveis de currículo: *Currículo Formal*; *Currículo Intencional*; *Currículo Prático*; *Currículo Oculto* e *Currículo Efectivo*, construímos o seguinte desenho experimental: a) elaboração do quadro teórico a partir do que a investigação educacional preconiza para o actual ensino das ciências e que o Currículo Nacional do Ensino Básico e as Orientações Curriculares para a área de Ciências Físicas e Naturais recomendam – Currículo Formal; b) análise das concepções e atitudes dos professores sobre alguns aspectos do desenvolvimento curricular e sobre CTSA – Currículo Intencional; c) observação da prática pedagógica a fim de conhecer os Currículos Prático e Oculto; d) avaliação das aprendizagens dos alunos, em termos de competências em literacia científica – Currículo Efectivo.

Definimos como objectivos gerais: 1) a caracterização da performance geral dos professores de ciências no seu último ano de formação, no sentido de encontrar pontos de convergência/divergência com o quadro teórico que definimos; 2) a concepção e implementação de uma Acção de Formação/Reflexão fundamentada nas actuais orientações didácticas para o ensino das ciências, com vista a desenvolver nos professores estagiários formas personalizadas e diversificadas de planear a prática pedagógica, coerentes com um currículo centrado em competências de literacia científica.

Estes objectivos gerais representam diversos objectivos de investigação que atravessam o estudo: a) a análise das concepções e as práticas dos professores estagiários tendo como pano de fundo o quadro conceptual definido para o desenvolvimento curricular centrado em competências de literacia científica; b) a avaliação dos efeitos da Acção de Formação/Reflexão, em termos de mudanças das concepções, atitudes e práticas dos professores estagiários e na aquisição de competências em literacia científica dos alunos; c) a análise do desempenho dos alunos no teste de literacia científica; d) relacionar o nível de literacia científica dos alunos com a prática pedagógica dos professores estagiários.

Este trabalho encontra-se dividido em duas partes: a primeira, constituída por quatro capítulos, é dedicada à revisão da literatura; a segunda corresponde ao trabalho de investigação empírica e inclui cinco capítulos.

No Capítulo 1, fazemos um enquadramento legal e organizacional da formação inicial de professores, desde 1971 até à actualidade (2004). Detemo-nos nos modelos de formação inicial actualmente em vigor no nosso país (licenciatura como ramo educacional e licenciatura em ensino), para tecermos algumas considerações sobre os princípios orientadores, as componentes de formação, a organização curricular e a estrutura funcional. Prosseguimos com a análise da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia ministrada na Universidade de Évora, em relação à qual apresentamos alguns elementos descritivos sobre a sua génese e evolução e uma análise funcional com identificação de problemas, indicação de sugestões e algumas recomendações. Terminamos o capítulo com uma reconceptualização da formação inicial de professores à luz da Declaração de Bolonha.

No Capítulo 2, discute-se o papel da ciência nos currículos escolares e tecem-se considerações sobre os dois grandes paradigmas do ensino das ciências: empirista/positivista e construtivista/racionalista e as suas implicações pedagógicas. Terminamos com uma análise crítica das correntes pós-modernas para o ensino das ciências, em referência aos documentos de política educativa nacional, nomeadamente o Currículo Nacional do Ensino Básico e as Orientações Curriculares para o 3.º Ciclo do Ensino Básico, na área de Ciências Físicas e Naturais.

O Capítulo 3 tem como tema central a literacia científica. Começamos por definir o conceito, no seguimento fazemos uma retrospectiva de alguns estudos nacionais e internacionais sobre literacia científica e o impacto que tiveram nas políticas educativas e nos currículos de ciências, para depois relacionarmos o ensino das ciências com a literacia científica e a cidadania.

Tomando como referência as intenções curriculares expressas no Currículo Nacional do Ensino Básico, no que diz respeito a princípios e valores orientadores e às competências essenciais (gerais e específicas) e os pressupostos que definem a área curricular de Ciências Físicas e Naturais, abordamos a problemática do desenvolvimento curricular centrado na literacia científica. Referimo-nos às componentes do currículo (as competências, os objectivos, os conteúdos, as experiências educativas e a avaliação) e às principais vertentes ou pressupostos de um currículo centrado na literacia científica: a flexibilidade curricular; a contextualização do ensino; a interdisciplinaridade; o construtivismo; as novas tecnologias de informação e a comunicação.

O Capítulo 4 trata da formação inicial de professores, à luz das actuais tendências da educação em ciência. Assim, começamos por fazer uma reflexão sobre a necessidade de renovar os sistemas de formação inicial dos professores, de forma a garantir: o domínio de competências específicas que habilitem o professor a leccionar as diferentes disciplinas que lhe competem, e o domínio de competências que assegurem a promoção da literacia científica e o efectivo desenvolvimento integral do aluno. Neste contexto, tecemos algumas considerações sobre a concepção de currículo e sobre os pressupostos que presidem à elaboração de um currículo de formação. Também fazemos uma apreciação sobre o perfil geral de desempenho dos professores, enquanto documento orientador das políticas de formação inicial de professores e, por isso, fundamental para o empreendimento da necessária renovação da formação.

Abordamos, posteriormente, a questão do currículo de formação, nas vertentes de cultura científica e de natureza da formação, em que a reflexão e investigação surgem como estratégias privilegiadas. Por fim, debruçamo-nos sobre a problemática do conhecimento profissional do professor de ciências, evidenciando o papel das concepções dos professores na construção da profissionalidade, o que conduz à necessidade de pensar a formação inicial, numa perspectiva construtivista de mudança conceptual.

No Capítulo 5, descrevemos a concepção e desenvolvimento da investigação. Na primeira parte, fazemos o enquadramento teórico do estudo e, na segunda, apresentamos o desenho da investigação e a metodologia seguida. O estudo decorreu em duas fases, articuladas entre si: estudo exploratório e estudo de casos mais estudo exploratório, com grupo experimental e grupo de controlo. De acordo com as necessidades específicas do desenho, combinaram-se metodologias de tipo quantitativo (inquérito por questionário) e de tipo qualitativo (observação de aulas e análise documental).

O estudo exploratório inscreve-se na linha de investigação sobre o pensamento do professor, nas vertentes: conhecimento didáctico do conteúdo e conhecimento do conteúdo. Nesta fase fizemos a identificação de concepções e atitudes de uma amostra de cinquenta e três professores estagiários das Licenciaturas em Ensino de Biologia e Geologia e de Física e Química da Universidade de Évora.

Na segunda fase do estudo fizemos a um estudo de casos, com cinco professores estagiários da Licenciatura em Ensino de Biologia/Geologia, no sentido de aprofundar e clarificar as concepções e atitudes manifestadas através do questionário aplicado no estudo exploratório. Para o efeito, foram analisadas planificações da unidade de ensino, “Recursos Naturais. Utilização e Consequências” e foram observadas as respectivas aulas. Desenvolvemos, também, um estudo exploratório em quatro turmas de 8.º ano de escolaridade, sob a responsabilidade dos professores estagiários que participaram no estudo de casos, com a finalidade de avaliar o desempenho dos alunos num teste de literacia científica e de relacionar este desempenho com a prática pedagógica dos professores.

O Capítulo 6 trata da Acção de Formação/Reflexão. Começamos por referir os princípios orientadores que presidiram à sua concepção, para depois descrevermos as temáticas abordadas, os objectivos, as estratégias e os recursos utilizados. Por último, apresentamos uma proposta de intervenção ao nível da Didáctica das Ciências, inspirada em modelos de mudança conceptual, uma vez que, do nosso ponto de vista, um processo formativo apoiado nestes modelos favorece a mudança conceptual e conduz à construção de aprendizagens significativas.

No Capítulo 7, apresentamos os resultados recolhidos através dos diferentes instrumentos utilizados e procedemos à sua análise. Para o efeito, constituímos duas secções:

“Secção A” – Estudo exploratório (professores) e “Secção B” – Estudo de casos (professores) e estudo exploratório (alunos). Na primeira parte da “Secção A”, fornecemos indicações sobre o tratamento dos questionários. Na segunda parte, tratamos da apresentação e análise dos resultados, começando pela caracterização da amostra, para depois procedermos à análise dos resultados do questionário, de acordo com as dimensões e categorias previamente definidas. Finalizamos com uma análise da tendência geral das concepções e atitudes dos professores, no sentido de caracterizar a sua performance geral.

Na “Secção B”, fazemos primeiro o estudo dos professores (estudo de caso) e só depois o estudo dos alunos (estudo exploratório). Iniciamos o estudo dos professores com a caracterização da amostra, prosseguimos com a análise dos resultados obtidos no questionário (em pré-teste e pós-teste) e terminamos com a análise das planificações e dos registos das aulas observadas. No estudo dos alunos, começamos por explicar o tratamento dos questionários e prosseguimos com a apresentação e análise dos resultados. Fazemos primeiro a caracterização da amostra, depois a análise do desempenho dos alunos no questionário e terminamos com a análise comparativa dos resultados obtidos no pré-teste e pós-teste.

No Capítulo 8, apresentamos as principais conclusões de uma forma integrada, para proporcionar uma apreciação mais sistematizada do estudo realizado, e indicam-se algumas das limitações do estudo. Procurámos evidenciar a necessidade de transformar a formação inicial de professores num processo com efectiva influência no desenvolvimento das suas concepções e saberes, capaz de promover a formação de profissionais autónomos, críticos, inovadores, reflexivos e investigadores. Neste sentido, apresentam-se, ainda, algumas propostas de estudos a desenvolver que, do nosso ponto de vista, poderão contribuir para uma maior compreensão da problemática da formação inicial de professores, no sentido de responder aos actuais desafios dos currículos de ciências centrados na literacia científica.

Terminamos com o Capítulo 9, apresentando as considerações finais e implicações educacionais do nosso estudo. Consideramos que este está marcado por alguns pressupostos no âmbito daquilo que, na actualidade, se pensa dever ser a formação inicial de professores de ciências, de forte sentido inovador e num quadro de revisão curricular do Ensino Básico. Salientamos o papel decisivo da Didáctica específica, enquanto ciência em construção na

interface com a epistemologia, a sociologia e a psicologia, com um papel fundamental na reconceptualização da formação de professores.

REVISÃO DA LITERATURA

CAPÍTULO 1

A FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM PORTUGAL ENQUADRAMENTO HISTÓRICO, CONTEXTO LEGAL E ORGANIZACIONAL

Este capítulo está dividido em duas partes e nele abordamos a formação de professores em Portugal, desde o início da década de 1970 até aos nossos dias. Porque “a configuração de um sistema educativo é sempre um produto complexo da história. Da própria história da escola, mas também das mudanças económicas, sociais e políticas” (Ministério de Educación y Ciencia, 1989, p. 13), recuámos no tempo, para conhecer o passado e melhor compreender o presente e perspectivar o futuro.

Na primeira parte, focalizamos o nosso estudo em dois modelos de formação inicial de professores de ciências, que habilitam para a docência no 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário¹: licenciaturas com ramo educacional e licenciaturas em ensino. Começamos por fazer o enquadramento legal destes modelos, definindo os princípios orientadores, componentes de formação e organização curricular. Prosseguimos com a análise e reflexão sobre a estrutura funcional destes cursos, com incidência em quatro aspectos: ingresso nos cursos, instituições de formação, qualificação para a docência e perfis de competências da formação. Terminamos com uma análise da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia ministrada na Universidade de Évora. Primeiro, fazemos referência à génese, evolução e organização curricular do mesmo, para em seguida procedemos a uma análise do funcionamento do curso, sustentada num quadro de referência teórico e conceptual, configurado em nove eixos de análise, no sentido de identificar problemas funcionais e apontar algumas sugestões de resolução. Por fim, apresentamos algumas recomendações que possam contribuir para melhorar a formação nas licenciaturas em ensino, mas que também possam ser uma referência para outros modelos de formação de professores.

¹ Apesar do nosso estudo se centrar no 3.º ciclo do ensino básico, a formação de professores de ciências, neste nível de ensino, é conferida em cursos que habilitam para a docência simultânea no 3.º ciclo do ensino básico e no secundário.

A segunda parte aborda a formação inicial de professores numa perspectiva futura, tomando como referência o parecer elaborado para a Área da Formação de Professores, no âmbito dos trabalhos preparatórios para a implementação do Processo de Bolonha.

I – FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DE 1970 AOS NOSSO DIAS

A história da formação de professores do ensino pós-primário começou no princípio do século XX. Até aos anos 70, foram criados vários sistemas de formação, sempre fundamentados num modelo sequencial de natureza teoricista/empirista, “em que o todo se obtém pela justaposição das partes e não pela sua integração” (Pacheco e Flores, 1999, p. 66). Referimo-nos aos Cursos Superiores de Letras, aos Cursos das Escolas Normais Superiores, ao Estágio Clássico e às modalidades de Profissionalização e Formação em Serviço. Só a partir de 1971 é que os professores passaram a poder adquirir qualificação para a docência em cursos de formação específicos, alguns de natureza sequencial (licenciaturas com ramo de formação educacional) e outros integrados (licenciaturas em ensino).

A partir de 1971, com a “Nova Orgânica das Faculdades de Ciências”, surgiram as primeiras licenciaturas destinadas à formação específica de professores do ensino pós-primário, em diferentes áreas. Em 11 de Outubro de 1971², foram criados, nas Faculdades de Ciências das Universidades de Lisboa e Porto e na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, dois tipos de licenciaturas – *Especialização Científica* e *Formação Educacional*³.

As primeiras licenciaturas a disporem de formação educacional foram as de Matemática, Física, Química, Geologia e Biologia. A formação científica era obtida num bacharelato de três anos, findo o qual, os alunos podiam optar por um dos ramos da licenciatura (ramo educacional ou ramo científico) de dois anos, findo o qual obtinham o grau de licenciado.

Enquanto que as licenciaturas com especialização científica se orientavam para a preparação de matemáticos, físicos, biólogos, geólogos, *etc.*, as licenciaturas com formação educacional destinavam-se a preparar professores⁴ capacitados para a entrada na vida activa, com um estatuto profissional definido, que permitia o acesso aos concursos para professores efectivos e integração nos quadros docentes. De certo modo, a criação destes dois tipos de licenciaturas veio “equilibrar ou resolver a tensão ... entre as duas tarefas fundamentais

² Decreto-Lei n.º 443/71, de 23 de Outubro.

³ O acesso estava condicionado pelos números *clausus* de entrada na universidade.

⁴ Estas licenciaturas preparavam, essencialmente, para a leccionação do Curso Geral do Ensino Secundário (correspondente ao actual 3.º ciclo do ensino básico).

tradicionalmente atribuídas às Faculdades de Letras e de Ciências: formar professores e incentivar a pesquisa científica” (Abreu, 1974, p. 17).

Estes cursos surgiram como um projecto inovador, quer pela integração das duas componentes de formação e da prática pedagógica no plano de estudos, quer por conferirem às universidades a responsabilidade explícita da formação profissional dos professores, caso único no universo das licenciaturas.

A reforma do sistema educativo, de 1973 (Lei n.º 5/73, de 25 de Julho), veio consagrar a via adoptada pela “Nova Orgânica das Faculdades de Ciências”, no que diz respeito à formação de professores. A Lei distingue os dois tipos de licenciaturas (científica e científico-pedagógica) e introduz algumas inovações na política de formação de professores. Determina que os professores do curso geral do ensino secundário⁵ adquirem a habilitação para a docência, com a obtenção do grau de bacharel nas universidades, nos institutos politécnicos e noutros estabelecimentos equiparados, completado por cursos que confirmam uma licenciatura científico-pedagógica. Os professores do curso complementar do ensino secundário são formados nas universidades, mediante a concessão de uma licenciatura científica, complementada pela frequência, com aproveitamento, de cursos ministrados nos seus Institutos de Ciências da Educação.

A Lei 5/73, de 25 de Julho previa, ainda, a criação de Escolas Normais Superiores para a formação de professores do ensino preparatório; e a criação de Institutos de Ciências da Educação, destinados a ministrarem o complemento de formação psicopedagógica aos candidatos a professores para o ensino secundário.

Em 1976, a Universidade do Minho criou os primeiros cursos de bacharelato em ensino⁶, ao abrigo do regime das experiências pedagógicas (Decreto-Lei n.º 47 587, de 10 de Março, de 1967). Estes bacharelatos estavam organizados segundo um modelo de formação integrada, englobando simultaneamente a componente científica da futura docência, a componente de formação pedagógica teórica e a componente de formação pedagógica

⁵ A educação escolar compreendia os ensinos básico, secundário e superior e a formação profissional. O ensino básico era obrigatório e tinha a duração de oito anos, abrangia os ensinos primário (4 anos) e preparatório (4 anos). O ensino secundário tinha duração de quatro anos, os dois primeiros anos constituíam o 1.º ciclo designado “curso geral” e os dois últimos, o 2.º ciclo, designado “curso complementar”. (Bases IV, VI, VII, VIII e IX).

⁶ Despacho n.º 164/76, de 23 de Junho.

prática. Garantiam, desde logo, o exercício pleno da profissão aos respectivos diplomados, à semelhança do que já acontecia com os do ramo educacional das Faculdades de Ciências⁷.

Pouco tempo depois, são criados novos bacharelatos congéneres, na Universidade de Aveiro, no Instituto Universitário dos Açores e no Instituto Politécnico da Covilhã.

Em 1978, estes bacharelatos são extintos e convertidos em Licenciaturas em Ensino⁸. Pelos Decretos Regulamentares de 25 de Outubro de 1978⁹, foram criados os cursos de Licenciatura em Ensino, nas Universidades do Minho e de Aveiro e nos Institutos Universitários de Évora¹⁰ e dos Açores¹¹. Em 1983, surgiram noutros estabelecimentos de ensino superior: no Instituto Universitário da Beira Interior (ex-Instituto Politécnico da Covilhã)¹² e no Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro (ex-Instituto Politécnico de Vila Real)¹³.

Ainda no final de 1970, foram criadas as Escolas Superiores de Educação¹⁴, no âmbito do plano geral de lançamento do Ensino Superior Politécnico. Em 1982, estas instituições de ensino entraram em actividade, com a finalidade de ministrar cursos de formação inicial de Educadores de Infância e Professores dos 1.º ciclo. Estes cursos tinham a duração de três anos e conferiam o grau de bacharelato. A partir de 1985, as Escolas Superiores de Educação passaram a ministrar formação pedagógica a professores dos ensinos básico (1.º, 2.º e 3.º ciclos) e secundário, fazendo a reconversão dos professores desses níveis de ensino, em regime de “formação em serviço”.

A emergência destes novos sistemas de formação de professores foi o resultado de uma política educativa que procurava “dar resposta científico-pedagógica à carência de pessoal docente qualificado que se fazia sentir em Portugal nos finais da década de 70” (Gazarini, Balbino e Trindade, 2001, p. 14). Na verdade, “grande parte das resistências e tensões suscitadas pela institucionalização da formação de professores foram ultrapassadas por uma lógica pragmática de resposta a necessidades inadiáveis” (Nóvoa, 1992, p. 63).

⁷ Decreto-Lei n.º 616/76, de 27 de Julho.

⁸ Decreto-Lei n.º 183/78, de 18 de Julho.

⁹ Decretos Regulamentares n.ºs 36/78, 37/78, 38/78, 39/78, de 25 de Outubro.

¹⁰ Em 1979, passou a designar-se Universidade de Évora.

¹¹ Em 1980, passou a designar-se Universidade dos Açores.

¹² Decreto n.º 48/83, de 24 de Junho.

¹³ Decreto n.º 51/83, de 1 de Julho.

¹⁴ Decreto-Lei n.º 427-B/77, de 14 de Outubro, ratificado pela Lei n.º 61/78, de 28 de Julho, complementado pelo Decreto-Lei n.º 513-T/79, de 26 de Dezembro.

No quadro da página seguinte, apresentamos uma sinopse dos sistemas de formação inicial de professores de ciências do 3.º ciclo do ensino básico e do ensino secundário, no período compreendido entre 1971 e 2004.

Quadro 1
 Sistemas de Formação Inicial de Professores do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, de 1971 a 2004

CURSO	INSTITUIÇÕES FORMADORAS	COMPONENTES DE FORMAÇÃO	DURAÇÃO	ARTICULAÇÃO DAS COMPONENTES	ACESSO À PROFISSIONALIZAÇÃO	HABILITAÇÃO PARA O ENSINO
A partir de 1971 Licenciaturas com Ramo Educacional	– Universidades Faculdades de Ciências	– Científica específica – Psicopedagógica e metodológica – Prática Pedagógica (Estágio)	3 anos 1 ano 1 ano	Sequencial	Inscrição limitada por <i>numeri clausi</i>	Concurso documental
A partir de 1978 Licenciaturas em Ensino	– Universidades e Institutos Universitários	– Científica específica – Pedagógica – Prática Pedagógica (Estágio)	5 anos	Integrado	Inscrição limitada por <i>numeri clausi</i>	Concurso documental
A partir de 1980 Escolas Superiores de Educação	– Escolas Superiores de Educação	– Científica específica – Pedagógica – Prática Pedagógica (Estágio)	4 anos	Integrado	Inscrição limitada por <i>numeri clausi</i>	Concurso documental

1 – PRINCÍPIOS ORIENTADORES, COMPONENTES DE FORMAÇÃO E ORGANIZAÇÃO CURRICULAR DOS MODELOS EM VIGOR

Na formação inicial de professores coexistem aspectos emergentes das políticas educativas, comuns a muitos países, e aspectos da política educativa nacional, que derivam de directivas e recomendações de diversas organizações internacionais. Pacheco e Flores (1999) citam duas importantes organizações internacionais (UNESCO e CEE) que apresentam recomendações para a formação de professores. Por exemplo, a UNESCO recomenda quatro componentes de formação: 1) estudos gerais; 2) estudo dos elementos fundamentais de Filosofia, Psicologia e Sociologia, aplicados à Educação, e estudo da Teoria e da História da Educação, da Educação Comparada, da Pedagogia Experimental, da Administração Escolar e dos Métodos de Ensino das diversas disciplinas; 3) estudos na área das ciências da especialidade; 4) prática de ensino e de actividades para-escolares, sob a direcção de professores plenamente classificados. A CEE, numa resolução dos ministros da educação, datada de 1987, recomenda que a formação inicial de professores fosse baseada na aquisição de atitudes humanas e sociais, na prática pedagógica, no conhecimento do sistema escolar e do seu funcionamento, no domínio de certas disciplinas e compreensão das matérias escolares e na reflexão sobre os valores e sua transmissão.

Nos termos da Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro) e da legislação complementar, que posteriormente foi sendo publicada¹⁵, a actual política de formação de educadores e de professores dos ensinos básico e secundário rege-se pelo seguinte quadro de referência: a) a formação de todos os professores realizar-se-á em instituições do ensino superior, em cursos que conferem o grau de licenciatura; b) o exercício da docência exige qualificação profissional específica para o efeito; c) elevado nível de conhecimentos e uma competência especializada em diferentes áreas (formação pessoal, social e cultural; preparação científica na área de especialidade da docência; formação educacional – pedagógico-didáctica e iniciação à prática docente); d) os planos de formação devem garantir a integração tanto de aspectos científicos e pedagógicos como das

¹⁵ Lei n.º 344/89, de 11 de Outubro; Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro; Decreto-Lei n.º 194/99, de 7 de Junho; Deliberação n.º 1409/2000, de 11 de Novembro; Deliberação n.º 1488/2000, 15 de Dezembro; Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de Agosto; Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro.

componentes teórica e prática e promover a aprendizagem das diferentes funções inerentes à carreira docente; e) a formação deve estimular práticas reflexivas de auto-aprendizagem e favorecer a investigação e inovação pedagógica; f) os cursos devem estar organizados, de acordo com as orientações curriculares do(s) nível(is) de ensino a que se destina(m) e com os respectivos perfis de desempenho, geral e específico, dos professores.

No nosso país, a formação inicial de professores de ciências, que habilita para a docência simultânea no 3.º ciclo do ensino básico e no ensino secundário, é feita em dois tipos de cursos: licenciatura com ramo educacional e licenciatura em ensino. Estes modelos partilham alguns aspectos de natureza conceptual e estrutural, nomeadamente no que diz respeito às componentes de formação, mas distinguem-se ao nível dos princípios orientadores e da organização curricular, sobretudo na forma como se processa a integração das componentes de formação.

Enquanto que o primeiro modelo se enquadra num sistema de formação sucessiva (Freitas, 1987), sequencial (Ribeiro, 1989; Pacheco e Flores, 1999) ou compartimentada (Formosinho, 1987), o segundo modelo rege-se pelos princípios da formação integrada.

Qualquer um destes cursos é ministrado em universidades que podem estar organizadas em Faculdades e/ou Departamentos. O funcionamento dos cursos de formação de professores é assegurado por Departamentos ou Faculdades de Ciências da Educação ou de outra especialidade, em colaboração com outras Faculdades ou Departamentos, existentes na mesma universidade, sendo as suas estruturas de coordenação mais fortes numas universidades do que noutras (Campos, 1995).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 344/89 de 11 de Outubro, que estabelece o ordenamento jurídico da formação de educadores de infância e de professores dos ensinos básico e secundário, os objectivos fundamentais da formação inicial de professores são:

- a) A formação pessoal e social dos futuros docentes, favorecendo a adopção de atitudes de reflexão, autonomia, cooperação e participação, bem como a interiorização de valores deontológicos e a capacidade de percepção de princípios;
- b) A formação científica, tecnológica, técnica ou artística na respectiva especialidade;

- c) A formação científica no domínio pedagógico-didáctico;
- d) O desenvolvimento progressivo das competências docentes a integrar no exercício da prática pedagógica;
- e) O desenvolvimento de capacidades e atitudes de análise crítica, de inovação e de investigação pedagógica.

Por conseguinte, os cursos de professores de 3.º ciclo do ensino básico e do ensino secundário, independentemente do modelo de formação inicial adoptado, seguem quatro linhas orientadoras ao nível das componentes de formação:

1. formação científica da área da especialidade docente;
2. formação em Ciências da Educação;
3. formação pessoal, cultural, social e ética;
4. formação de carácter fortemente prático, desenvolvida em estabelecimento de ensino básico e secundário.

Qualquer sistema de formação inicial de professores encerra desta forma, uma dupla formação: a formação académica (preparação científica numa dada área do saber e preparação pedagógico-didáctica) e a “formação profissional” para a docência (prática pedagógica).¹⁶

Apesar da lei estabelecer as orientações que devem ser seguidas, na elaboração dos planos curriculares dos cursos, cada instituição formadora é responsável pela elaboração e aprovação dos planos dos cursos que ministra. Deste modo, não há uniformidade nem coerência na política e padrões de formação profissional de professores. As instituições formadoras reconstituem a matriz normativa e elaboram currículos de formação, seguindo princípios e critérios muito diversos e comprometendo, nalguns casos, as normas regulamentares que definem os modelos de formação. Por conseguinte, existe uma grande diversidade de planos de formação para o mesmo tipo de curso, o que reflecte diferentes modos de fazer a integração curricular das componentes formativas.

Mas, se a diversidade, nos sistemas de formação de professores, existe ao nível dos currículos, é na prática que as diferenças se acentuam mais, pois, um sistema de formação

¹⁶ A formação académica refere-se a processos e produtos de estudos gerais e específicos feitos no domínio das ciências da especialidade e das Ciências da Educação, tendo como objectivo desenvolver, por um lado, competências no âmbito das duas componentes de formação e, por outro, desenvolver a cultura geral.

não só depende das normativas regulamentares, mas sobretudo das condições reais de implementação e dos intervenientes directamente envolvidos.

Sem defendermos a uniformização dos sistemas de formação, partilhamos, com Pacheco e Flores (1999), a opinião de que “a diversidade e pluridimensionalidade das instituições de formação e das situações contextuais impõem a necessidade de uma definição da teoria curricular subjacente à formação, com a caracterização de princípios globais, de uma coerência curricular das componentes de formação e de um perfil de professor” (pp. 109-110).

Na Figura 1, apresentamos um esquema que pretende ilustrar o modo como as componentes de formação devem estar articuladas, no curso de formação de professores.

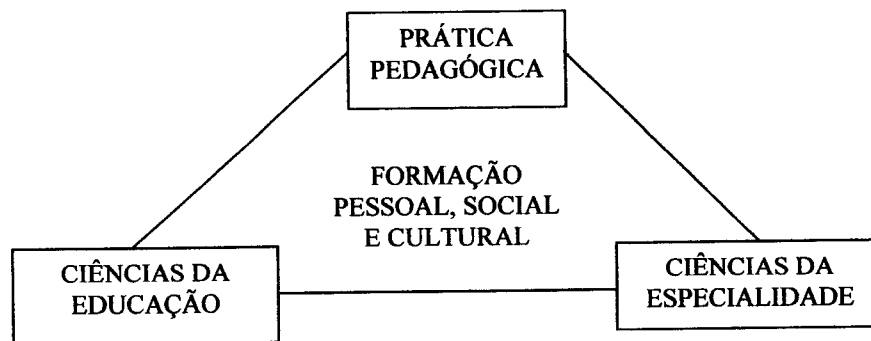


Figura 1. Articulação das componentes de formação num curso de formação inicial de professores.

A lei determina a percentagem de cada uma das componentes de formação, no total da carga horária dos cursos¹⁷. A componente de Ciências da Educação é sempre inferior à componente da especialidade, diminuindo do ensino pré-primário para o secundário. Na formação de professores do 3.º ciclo, a componente científica da especialidade, relativamente ao conjunto das outras componentes, não deve ultrapassar os 70% da carga horária total; e, na formação de professores do ensino secundário, não deve ultrapassar os 80%.

¹⁷ Decreto-Lei n.º 344/89, de 11 de Outubro.

Comparando as cargas horárias da componente de Ciências da Educação, nos cursos que seguem o modelo integrado com os cursos que seguem o modelo sequencial, verifica-se que esta é maior no primeiros do que nos segundos (Campos, 1995). Já em 1986, num estudo realizado sobre a formação de professores em Portugal¹⁸, os dados apontavam para um posicionamento mais favorável das Ciências da Educação nas licenciaturas em ensino do que nas licenciaturas do ramo educacional (Lima, Castro, Magalhães e Pacheco, 1995). Apesar destas diferenças, importa não esquecer que “o equilíbrio entre a competência na disciplina ensinada e a competência pedagógica deve ser cuidadosamente respeitado” (Delors, 1996, p. 139).

Em termos de unidades de crédito¹⁹, a formação de professores dos 2.º e 3.º ciclos do ensino básico e do ensino secundário organiza-se do seguinte modo (Quadro 2):

Quadro 2

Unidades de Crédito das Componentes de Formação, Contabilizadas no Sistema Europeu de Transferência de Créditos (ECTS)

COMPONENTES DE FORMAÇÃO	ECTS ²⁰
Formação cultural social e ética	15
Formação nas áreas de docência que habilitam para a docência de mais de uma disciplina ou para o ensino secundário ²¹	150
Formação educacional geral e didáctica específicas	50
Iniciação à prática profissional	50

Fonte: Deliberação n.º 1488/2000, de 15 de Dezembro

A formação pessoal, social e cultural é o factor essencial de integração. Mais do que uma componente formativa, é uma dimensão interpessoal que deve estar presente em todas as componentes de formação, dando sentido à afirmação de que “o professor tem de ser um profissional integrado” (Patrício, 1996, p. 47). Isto significa que a formação de professores, para além de formar profissionais em áreas específicas do saber, também tem de formar cidadãos livres, responsáveis, participativos, zelosos dos direitos e dos deveres da democracia. Porém, como se trata de uma componente omnipresente e subjectiva, porque se

¹⁸ O único estudo que fez a avaliação comparativa dos dois modelos, publicado pelo Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação (GEP).

¹⁹ O Despacho Normativo n.º 323/80, de 6 de Outubro, regulamentou o sistema de unidades de crédito nos cursos do ramo educacional, permitindo alargar o âmbito de intervenção de cada estabelecimento de ensino superior, na organização dos seus cursos, pela combinação, num mesmo plano de estudos, de áreas científicas afins.

²⁰ (European Credit Transfer System).

²¹ Nas áreas de docência que habilitam para a docência de uma disciplina, as unidades de crédito passam para 125.

relaciona com a individualidade de cada um, as instituições de formação tendem a subvalorizá-la.

A formação nestes domínios é fundamental para a eficácia e qualidade do ensino, na medida em que promove o desenvolvimento de capacidades, competências e valores essenciais ao exercício da docência, como por exemplo o desempenho relacional, a capacidade de reflexão, a autonomia, a cooperação e participação, a interiorização de valores deontológicos e a abertura a diversas formas de cultura.

Cada vez mais, a comunidade educativa reconhece o professor como “agente de desenvolvimento humano ... tendo em atenção o compromisso cívico que representa ensinar numa escola de massas, numa escola para todos, inclusiva e multicultural” (Formosinho, 2001, p. 60). Como afirma Carrilho (1984), a actividade docente “é mais do que uma profissão, é uma missão de elevado sentido social, ético e humano” (p. 79). Nesta perspectiva, a formação do “professor-homem-de-cultura” (Patrício, 1987), mais que uma necessidade, é uma exigência que se impõe, em prol dos próprios professores, dos educandos, do sistema educativo e da sociedade portuguesa.

A necessidade de formação nas ciências da especialidade é consensual. A comunidade educativa concorda que a profissão docente exige um elevado nível de preparação científica, na área da especialidade que o futuro professor irá ensinar. Contudo, esse consenso já não existe, quando se procura definir, de modo específico, quais são os conhecimentos e as competências que o professor tem de possuir. Do mesmo modo, o consenso também não existe, quando se discute qual a melhor via para os atingir. Relativamente a estas duas questões, a lei determina que a formação na especialidade das áreas de docência integre unidades curriculares, com a diversidade e profundidade adequadas à obtenção de formação de base na área do curso e áreas do saber conexas, para o desempenho profissional nos níveis de docência para que o curso habilita²². Por conseguinte, consideramos que os planos de estudo desta componente deverão ter por base as orientações curriculares das disciplinas que os professores irão leccionar, aprofundando-os e ampliando-os.

Quanto às metodologias de ensino e aprendizagem, a lei aponta para a diversidade metodológica, práticas colaborativas, valorização de culturas e experiências pessoais,

²² Deliberação n.º 1488/2000, de 15 de Dezembro.

desenvolvimento de um papel activo, autónomo e responsável na aprendizagem, realização de pesquisas e projectos no seu campo de formação, e uso de tecnologias de informação e de comunicação nas suas diversas vertentes.

No que se refere à formação em Ciências da Educação, as opiniões dividem-se, pois enquanto uns as consideram essenciais, outros acham-nas desnecessárias. Os argumentos que justificam estas posições são vários e só podem ser compreendidos “no contexto da distribuição e afirmação académicos” (Pacheco e Flores, 1999, p. 101). Com efeito, os sectores mais conservadores das universidades encaram a formação de professores com desconfiança e desvalorizam a componente pedagógica e profissional, centrando-se unicamente na preparação científica das disciplinas ministradas (Estrela e Estrela, 1977). De um modo geral, a universidade procura distanciar-se da formação de professores, sobretudo da componente prática, considerada “pouco condigna com o estatuto de saber académico” (Lanier e Little, 1986, p. 14).

Pacheco e Flores (1999) falam em “hostilidade às Ciências da Educação, mormente dos sectores universitários da especialidade” (p. 101). Também Patrício (1986) reconhece que existe uma atitude negativa bastante generalizada nos sectores científicos tradicionais da universidade para com as Ciências da Educação, que consideram ciências inúteis, ou pseudociências, ou mesmo anticiências (citado em Pacheco e Flores, 1999). Este sentimento reflecte-se nos próprios estudantes universitários, pois “regra geral, atribui-se menos prestígio social àqueles que seguem cursos ligados à pedagogia” (Landsheere, 1996, p. 88).

Apesar de no período pós 25 de Abril, as Ciências da Educação terem emergido da menoridade cívico-epistemológica em que tinham vegetado, a hostilização manteve-se em alguns sectores universitários (Patrício, 1986, citado em Pacheco e Flores, 1999), já que muitos olhavam com desconfiança para as Faculdades ou Departamentos de Ciências da Educação (Dias, 2001). Enquanto que, para uns, formar professores era tarefa de muita dignidade, para outros correspondia a uma tarefa menor que desvirtuava e prejudicava as actividades de investigação científica e do ensino da ciência (Valente, 2002b).

As instituições de formação têm de reconhecer que o objectivo dos cursos de formação de professores não é habilitar especialistas numa determinada ciência, mas sim conferir habilitação profissional para a docência, ou seja, para o ensino de uma determinada ciência. Neste sentido, tanto as Ciências da Educação como a Prática Pedagógica são

componentes de formação indispensáveis. Como sublinha Veloso (1927, citado em Pacheco e Flores, 1999), a aptidão pedagógica não é um “dom gratuito e inato” e o saber não confere, directamente, aptidões pedagógicas; do mesmo modo que o ensinar, sem nenhuma preparação prévia, também não faz desabrochar essas qualidades em quem for refractário a elas

A formação em Ciências da Educação envolve uma série de conhecimentos essenciais na constituição da profissionalidade docente que, de um modo geral, podem ser agrupados em quatro domínios (Mialaret, 1981):

1. Estudos filosóficos, históricos e sociológicos da educação, do ensino, da aprendizagem e da escola;
2. Estudos de psicologia sobre as estruturas, funcionamento e desenvolvimento psicológico dos alunos;
3. Estudo de métodos e técnicas pedagógicos;
4. Didácticas Específicas.

Fazem parte destes quatro domínios disciplinas teóricas, práticas e teórico-práticas que devem contribuir para o conhecimento das teorias, perspectivas e resultados da investigação educacional e devem estar relacionadas com os principais problemas que actualmente afectam o ensino e a aprendizagem. Importa salientar que a formação em Ciências da Educação não deve seguir apenas princípios pragmáticos, não podendo resumir-se “à aquisição de técnicas práticas de utilização imediata”, mas devendo dedicar-se também “a um conjunto de informações e reflexões que possam constituir fundamentos sólidos para uma acção educativa” (Mialaret, 1981, p. 5). Como salienta Abreu (1974), o carácter “menos utilitário” de certas disciplinas, como a Filosofia, a Sociologia ou a História da Educação, “não prejudica a eficácia da actuação prática, antes pelo contrário, a favorece, auxiliando o *exame crítico* das situações concretas e a conseqüente procura de soluções apropriadas a cada situação” (p. 40).

A Prática Pedagógica é a componente prática da formação de professores “cuja finalidade explícita é iniciar os alunos no mundo da prática profissional docente e desenvolver as competências práticas inerentes a um desempenho docente adequado e responsável” (Formosinho, 2001, p. 50).



Trindade (1995) define a prática pedagógica como um momento privilegiado de articulação entre a teoria e a prática, de aquisição de saberes de ordem profissionalizante, de aplicação e de integração de saberes teóricos, de consolidação de conhecimentos e de desenvolvimento de capacidades e de atitudes, contribuindo para uma crescente autonomia e responsabilização dos estudantes.

Lima *et al.* (1995) sustentam que a prática pedagógica deve seguir determinados princípios estruturantes: a) ser um espaço curricular autónomo face às componentes de Ciências da Educação e de ciências da especialidade; b) ser um espaço transdisciplinar, possuindo um programa subordinado a temáticas disciplinares, dada a fragmentação e especialização do saber; c) ser um processo formativo, essencialmente prático, centrado na realidade educativa; d) ser entendido como um projecto (p. 161).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 344/89, de 11 de Outubro, a prática pedagógica permite concretizar dois objectivos fundamentais da formação inicial de professores: “o desenvolvimento progressivo das competências docentes” e “o desenvolvimento de capacidades e atitudes de análise crítica, de inovação e investigação pedagógica” (n.º 3 do artigo 7.º). Constitui uma componente fundamental no processo de desenvolvimento das capacidades e das competências que integram a função docente (n.º 1 do artigo 16.º); deve concretizar-se através de actividades diferenciadas ao longo do curso (n.º 1 do artigo 17.º); e pode, na sua fase final, assumir a natureza de um estágio (n.º 2 do artigo 17.º).

Porém, devido à forte tradição académica das universidades, muitos cursos não cumprem estas determinações, porque estão organizados, exclusivamente, em função dos critérios teóricos da ciência, seguindo uma lógica que subvaloriza o sentido didáctico da prática pedagógica (Pacheco e Flores, 1999). Na verdade, o estatuto, a organização e o funcionamento da prática pedagógica diferem de instituição para instituição e de curso para curso. Devido às diferenças organizacionais existentes entre os cursos de ensino e os cursos com ramo educacional, Campos (1995) sublinha que são os primeiros que apresentam melhores condições para a realização da prática pedagógica.

Em Portugal, a prática pedagógica, no que diz respeito à responsabilização pela docência, pode seguir duas modalidades diferentes, em função do nível de escolaridade para o qual o curso habilita. Campos (1995) fala em duas lógicas: a *da situação em formação* que

pretende ser uma aproximação e familiarização com a realidade, mediante a introdução progressiva no mundo profissional da docência, da escola e dos seus contextos envolventes; e a *da situação de início da actividade profissional*, que corresponde a uma situação de prática real autónoma. Enquanto que na primeira apenas intervém a instituição de formação, a segunda também conta com uma forte intervenção do Ministério da Educação. Estas duas lógicas de prática pedagógica distinguem-se em vários aspectos (Quadro 3).

Quadro 3

Caracterização de duas Modalidades de Prática Pedagógica

LÓGICA DA SITUAÇÃO EM FORMAÇÃO	LÓGICA DA SITUAÇÃO DE INÍCIO DA ACTIVIDADE PROFISSIONAL
Aplica-se na formação de educadores de infância e de professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico.	Aplica-se na formação de professores do 3.º ciclo do ensino básico e do secundário.
A instituição de formação escolhe o professor da escola que irá acompanhar a prática.	O Ministério da Educação escolhe o professor da escola que irá fazer a supervisão.
O professor da escola recebe um complemento de vencimento, atribuído pela instituição de formação.	O professor da escola recebe um complemento de vencimento atribuído pelo Ministério da Educação.
O professor da escola não tem qualquer redução no seu serviço lectivo.	O professor da escola tem uma redução no serviço lectivo (lecciona apenas em duas turmas).
O formando realiza prática docente pontual em turmas de professores cooperantes.	O formando realiza prática docente em duas turmas sobre as quais assume inteira responsabilização.
O formando não realiza qualquer contrato de trabalho com o Ministério da Educação, nem é remunerado pela docência supervisionada.	O formando realiza um contrato de trabalho provisório com o Ministério da Educação, auferindo a remuneração correspondente.
A avaliação é da exclusiva responsabilidade da instituição de formação.	A avaliação é da responsabilidade da instituição de formação e do supervisor da escola.

Adaptado de Campos (1995).

No caso dos cursos que habilitam para a docência no 3.º ciclo do ensino básico e secundário, há que distinguir a prática pedagógica que se desenvolve de forma gradual ao longo do curso da que acontece no último ano do mesmo, designada por estágio. Formosinho (2001) designa estas duas modalidades de prática pedagógica, respectivamente, por inicial e final.

A prática pedagógica deve concretizar-se através de actividades diferenciadas de observação, análise e intervenção (primeiro de contextos comunitários e escolares e depois

de prática docente), com períodos de duração crescente e responsabilização progressiva. O estágio corresponde a uma prática docente orientada, realizada na escola, com duração de um ano lectivo.

1.1 – Licenciaturas com Ramo Educacional

Estas licenciaturas seguem um modelo de organização curricular tradicional. Tanto os conteúdos curriculares como a sua organização são definidos com base em concepções muito gerais (nem sempre explícitas), acerca do que o professor deve saber, como deve ser, que papel e funções deve possuir. Por conseguinte, o plano de estudos organiza-se em torno de disciplinas isoladas, tradicionalmente aceites como necessárias na formação do professor.

Quando, em 1971, o curso foi institucionalizado, “o currículo estava organizado exclusivamente numa perspectiva de disciplinaridade, com autonomia das várias disciplinas” (GEP-ME, 1986, p. 185). A formação fazia-se por justaposição de conhecimentos e práticas, sem qualquer linha condutora ao longo do curso nem coordenação integradora. Acreditava-se que os seus efeitos cumulativos contribuiriam para a aquisição dos conhecimentos e competências requeridas na docência; e que estes seriam eficazmente transferidos para a prática pedagógica que encerrava o processo de formação (Ribeiro, 1989).

Contudo, em termos conceptuais, o modelo ultrapassou o divórcio entre a teoria e a prática do sistema anterior (Estágio Clássico). O reconhecimento da complementaridade destas duas dimensões do saber reflectiu-se na organização curricular dos cursos, quer incluindo o estágio no plano de estudos do curso, quer levando a universidade a partilhar a formação com outras estruturas do sistema de ensino.

Estas licenciaturas têm a duração de cinco anos e estruturam-se segundo um modelo de formação sequencial, com três componentes do tipo 3 + 1+ 1 (Quadro 4). Apesar das diferentes componentes da formação surgirem integradas no plano de estudos e estarem sob a responsabilidade da mesma instituição, são frequentadas em momentos sucessivos. Os três primeiros anos do curso destinam-se unicamente à formação científica da especialidade; o 4.º ano, à formação psicopedagógica e metodológica; e o 5.º ano, à realização da prática

pedagógica (estágio) numa escola, sob a supervisão de orientadores locais nomeados pelo Ministério da Educação.

A partir de 1980, as licenciaturas com ramo educacional sofreram uma reorganização estrutural e funcional²³, em consequência da introdução do sistema de unidades de crédito, o que possibilitou uma maior flexibilidade e interligação entre as áreas disciplinares. Por conseguinte, a formação psicopedagógica passou a ter início a partir do 4.º ou 5.º semestre do curso²⁴. Estas licenciaturas passaram a ser professadas em duas instituições universitárias²⁵ (Coimbra e Porto) com um plano curricular comum que inclui: formação exclusivamente científica na área da especialidade, nos 1.º e 2.º anos; formação científica específica e formação psico-pedagógica, nos 3.º e 4.º anos; e o Estágio Pedagógico, no 5.º ano (Quadro 4).

Quadro 4

Planos de Estudos da Licenciatura com Ramo Educacional

De 1971 a 1979		
1.º, 2.º e 3.º ANOS	4.º ANO	5.º ANO
CIÊNCIAS DA ESPECIALIDADE	CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO	PRÁTICA PEDAGÓGICA
	<ul style="list-style-type: none"> – Psicologia Pedagógica I e II (anual) – Didáctica Geral (semestral) – Metodologia da área científica I e II (anual) – Opção metodológica²⁶ (anual) – Monografia sobre um tema da área científica (uma por semestre) – Orientação e Organização Escolares (semestral) 	<ul style="list-style-type: none"> – Estágio pedagógico – Monografia sobre tema da área científica

²³ Em 1980, é reorganizado o curso da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra (Portaria n.º 685/80, de 19 de Setembro; Portaria n.º 65/82, de 15 de Janeiro, e Portaria 1006/82, de 5 de Novembro); em 1981, o curso da Faculdade de Ciências do Porto (Portaria 1031/81, de 2 de Dezembro); e, em 1982, o de Lisboa (Decreto n.º 125/82, de 3 de Novembro e Portaria n.º 1022/82, de 5 de Novembro). O Decreto n.º 125/82, de 3 de Novembro, extingue as licenciaturas com ramo educacional na Faculdade de Ciências de Lisboa e cria as Licenciaturas em ensino.

²⁴ A legislação previa que as disciplinas pedagógicas se articulassem com as disciplinas científicas a partir do 4.º ou 5.º semestre curricular, ou a partir da aprovação em disciplinas da componente científica que totalizassem, no mínimo, 60 unidades de crédito (n.º 14 do Despacho Normativo n.º 323/80, de 6 de Outubro).

²⁵ O Decreto n.º 125/82, de 3 de Novembro, extinguiu as licenciaturas com ramo educacional na Faculdade de Ciências de Lisboa e criou as Licenciaturas em ensino.

²⁶ Metodologia de uma disciplina afim a estabelecer pela Faculdade.

Quadro 4
(continuação)

A partir de 1980				
1.º ANO	2.º ANO	3.º ANO	4. ANO	5.º ANO
CIÊNCIAS DA ESPECIALIDADE		CIÊNCIAS DA ESPECIALIDADE		ESTÁGIO PEDAGÓGICO
		CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO		

Embora estes planos apresentem uma maior integração das componentes de formação, mantém-se a compartimentação espaço-temporal da formação teórica e prática das ciências da especialidade e das Ciências da Educação. Nestes cursos é dada maior ênfase à preparação geral e científica do que à preparação pedagógico-didáctica e o contacto com a prática de ensino acontece demasiado tarde (Ribeiro, 1989). Com efeito, de acordo com GEP-ME (1986) “o carácter predominantemente teórico dos quatro primeiros anos do curso que precedem o ano final em que se integra a prática pedagógica, bem como o peso controlado que esta assume no conjunto dos elementos constituintes da avaliação global e final” [são dois factores que] “permitem identificar como prioritário e prevalente o domínio do saber sobre o saber fazer e de ambos sobre o saber ser ou o saber estar” (p. 184).

1.2 – Licenciaturas em Ensino

As licenciaturas em ensino são o modelo de formação inicial de professores mais coerente com os princípios de formação definidos na Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei 46/86, de 14 de Outubro). Estas licenciaturas têm subjacente um modelo de formação integrado, que teoricamente pressupõe a integração a vários níveis: teoria e prática, componente científica da especialidade e das Ciências da Educação. Integra os vários saberes que definem o perfil do professor, os conteúdos curriculares através de um planeamento conjunto interdisciplinar e o discurso pedagógico verbal do formador com o seu discurso pedagógico prático (Formosinho, 1987).

O plano de estudos destas licenciaturas está organizado, desde o início, de modo a articular em simultâneo a componente científica do futuro ensino, a componente de Ciências

da Educação e a prática pedagógica²⁷ (Quadro 5). Toda a formação desenvolve-se de forma integrada no espaço e no tempo, procedendo-se “a uma introdução gradual do futuro professor na prática de ensino” (Estrela e Estrela, 1977, p. 19).

Apesar da integração das componentes de formação, desde o 1.º ano do curso, ser considerada uma importante vantagem deste modelo de formação, a exclusividade da formação para a docência foi apontada como uma das principais limitações teóricas, num estudo sobre o modelo integrado na Universidade do Minho, realizado por Lima *et al.* (1995).

Quadro 5
Plano de Estudos das Licenciaturas em Ensino

1.º ANO	2.º ANO	3.º ANO	4.º ANO	5.º ANO
FORMAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ESPECIALIDADE				ESTÁGIO PEDAGÓGICO
FORMAÇÃO EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO				

1.3 – Estágios Pedagógicos

O estágio pedagógico realiza-se sempre no último ano do curso, numa escola de ensino público. Em 1976²⁸, foi publicada a primeira legislação sobre os estágios e, em 1978, foram publicados o Regulamento dos Estágios Pedagógicos das Licenciaturas dos Ramos de Formação Educacional (Despacho n.º 103/78, de 4 de Dezembro) e o Regulamento dos Estágios dos Bacharelatos em Ensino²⁹ (Portaria n.º 652/78, de 10 de Novembro).

²⁷ Na prática, esta forma de integração nem sempre existe, pois os planos de estudos diferem de instituição para instituição, as Ciências da Educação tanto podem surgir a partir do 1.º ano, como do 2.º ano, ou até só a partir do 3.º ano, como acontece com o actual plano de estudos da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

²⁸ Decreto n.º 925/76, de 31 de Dezembro.

²⁹ A funcionar nas Universidades de Aveiro e do Minho, nos Institutos Universitários de Évora e dos Açores e nos Institutos Politécnicos de Vila Real e da Covilhã.

A publicação do Decreto-Lei n.º 431/79, de 16 de Agosto³⁰, veio estabelecer as condições gerais e as estruturas organizativas e funcionais dos estágios pedagógicos das Licenciaturas dos Ramos de Formação Educacional e das Licenciaturas em Ensino.

Este documento atribui aos estagiários as funções que seguidamente se enumeram.

1. Serviço docente em turmas próprias (duas turmas no ensino secundário e até três turmas no ensino preparatório³¹) e assistência e regência de aulas na turma ou turmas do orientador da escola.
2. Direcção de uma turma.
3. Participação em reuniões de planificação de actividades lectivas e em seminários.
4. Participação em trabalhos designados pela comissão de estágio.

A constituição dos núcleos de estágio é a seguinte: a) quatro a seis estagiários por núcleo; b) um ou dois professores do ensino preparatório ou secundário, consoante o estágio englobar uma ou duas disciplinas; c) um ou dois professores da especialidade do grupo de disciplinas a que o estágio se refere; d) um professor da área das Ciências da Educação.

A avaliação do estágio pedagógico é regulamentada pela Portaria n.º 792/81, de 11 de Setembro, que determina que a classificação no estágio é a média aritmética calculada a partir das médias aritméticas atribuídas pelos orientadores da universidade e pelo(s) orientador(es) da escola.

Institucionalmente estes dois modelos de formação (licenciatura com ramo educacional e licenciatura em ensino) divergem nas suas filosofias e estratégias organizativas. Contudo, ambos seguem “um paradigma de racionalidade técnica, em que se procede a uma justaposição hierarquizada de saberes científicos, mais saberes pedagógicos, mais momentos de prática (entendida como uma “aplicação”)” (Canário, 2002, p. 3). No campo da prática tendem a assumir, em diferentes graus, a forma de um currículo “mosaico” organizado por componentes de formação (lista de disciplinas), relacionadas por uma lógica essencialmente aditiva, de onde emerge a perspectiva de racionalidade técnica, que separa as componentes da concepção das componentes da acção, assumindo a transposição linear de

³⁰ Alterado pelas Portarias n.º 791/80, de 6 de Outubro, n.º 176/83, de 2 de Março e n.º 494/84, de 23 de Julho.

³¹ De acordo com o actual sistema educativo, os estagiários, sempre que possível devem leccionar uma turma do ensino básico (3.º ciclo) e uma turma do ensino secundário.

uma para a outra (Roldão, 2001). Na verdade, de acordo com Ponte (2005), muitos professores formados segundo o modelo integrado, referem-se ao curso como um mosaico de disciplinas desconexas, com a agravante de não reconhecerem muitas dessas disciplinas como relevantes para a sua actividade profissional.

2 – INGRESSO NOS CURSOS

O sistema utilizado para o acesso e ingresso nos cursos de ensino superior rege-se pelo Decreto-Lei n.º 296-A/98, de 25 de Setembro, com as alterações que lhe foram introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 99/99, de 30 de Março e pelo Decreto-Lei n.º 26/2003, de 7 de Fevereiro.

O ingresso em cada par estabelecimento/curso de ensino superior está sujeito a limitações quantitativas, decorrentes dos *numeri clausi* estabelecidos anualmente. A candidatura aos cursos ministrados em estabelecimentos de ensino superior público é feita através de um concurso nacional, sujeito às seguintes condições: ser titular de um curso do ensino secundário ou equivalente e fazer prova de capacidade para a sua frequência. Compete a cada instituição de ensino superior definir os critérios de selecção e de seriação dos candidatos e estabelecer o processo de avaliação da capacidade para a frequência, através da fixação das provas que exige para o ingresso em cada um dos seus cursos.

A seriação dos candidatos a cada curso, em cada estabelecimento, é realizada com base na nota de candidatura que integra: a) a classificação final do ensino secundário, com coeficiente de ponderação igual ou superior a 50%; b) a classificação da ou das provas de ingresso, com coeficiente de ponderação igual ou superior a 35%; c) a classificação dos pré-requisitos, quando exigidos, com coeficiente de ponderação inferior ou igual a 15%. Todas estas classificações usam uma escala cotada de 0 a 200.

Este regime de acesso e ingresso no ensino superior tem sido criticado por alguns investigadores (Patrício, 1997; Esteve, 1992, 1997; Trindade, 2003) que defendem a ideia de que a especificidade dos cursos de formação inicial de professores, sobretudo dos que seguem o modelo integrado, requer uma modalidade de acesso e ingresso diferente da dos outros cursos. Esta preocupação está patente nalguns documentos legais que prevêm a criação de mecanismos reguladores do acesso aos ramos de formação educacional e às licenciaturas em ensino, nomeadamente o Despacho Conjunto n.º 1/83, de 6 de Outubro, que determinava que as Direcções Gerais dos Ensinos Básico, Secundário e Superior elaborassem, até 31 de Março de 1984, uma proposta de metodologia a adoptar para a fixação dos *numeri clausi* para o acesso a estes cursos.

Passaram cerca de vinte anos e nada foi publicado, nem tão pouco se conhecem medidas que tenham sido tomadas nesse sentido. Recentemente, esta questão voltou a surgir em documentos legais, com a publicação dos padrões de qualidade da formação inicial de professores. Neles se determina que os critérios e procedimentos, para seleccionar os candidatos ao ingresso no curso ou etapa do curso que conduz à qualificação para a docência, devem ter em consideração a provável adequação dos candidatos à carreira profissional. Contudo, não são apontadas formas para fazer essa selecção.

Patrício (1997) sublinha que um dos grandes problemas que se coloca na formação de professores tem a ver com o recrutamento de “alunos mal preparados e com uma vocação profissional de recurso” (p. 69). Na sua opinião, o perfil formacional do professor não é somente o produto da instituição especializada de formação, pois começa a esboçar-se muito antes da entrada na universidade. Por conseguinte, o nível qualitativo dos profissionais que saem da universidade não só depende da qualidade da formação, mas também da qualidade dos alunos que ingressam. Segundo Martins (2002a) por melhor que sejam os programas de formação de professores, não é possível “fazer bons professores com alunos mal preparados” (p. 9).

Na actualidade, devido às exigências das sociedades modernas, mais do que nunca, “só as pessoas que apresentem maior qualidade, tanto ao nível intelectual, como de formação pessoal geral” (Chung, 1996, p. 81), deverão ser admitidas em cursos de formação de professores. O relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI, numa análise sobre a qualidade dos professores, reafirma a “necessidade de melhorar a selecção,

alargando a base de recrutamento através de uma busca mais activa de candidatos” (Delors, 1996, p. 137).

Mudar o sistema de acesso a cursos de formação de professores deverá ser uma prioridade. Não se deve continuar a ignorar as conclusões de diversos estudos que apontam para a necessidade de exigir determinados requisitos, como ponto de partida (Campos, 1995). A avaliação destes requisitos deve ser feita com base em mecanismos selectivos adequados ao acesso à profissão, baseados em critérios motivacionais e de personalidade e não só, como até aqui, em critérios de qualificação intelectual (Esteve, 1992, 1997). Trata-se de “ultrapassar critérios classificativos de natureza académica” (Trindade, 2003, p. 1087), criando novos mecanismos de selecção que permitam identificar interesses e atitudes favoráveis à docência, vocação e um determinado perfil.

A utilização de pré-requisitos, elemento facultativo para a selecção e seriação dos candidatos, criam a oportunidade das instituições formadoras poderem recrutar candidatos que satisfaçam alguns critérios. Podem contribuir para que o ingresso num curso de formação de professores aconteça por uma opção de natureza vocacional e não porque a classificação de acesso ao ensino superior não permitiu outras aspirações, como frequentemente acontece.

A este propósito, Afonso (1994) sugere que o processo de recrutamento dos professores se baseie em critérios que poderiam ser o “recurso à análise do currículo, à entrevista e à análise de um *portfolio*, quando for caso disso” (p. 19). Na verdade, um processo de recrutamento de professores mais exigente iria ao encontro dos interesses quer das instituições formadoras, quer das escolas (entidades empregadoras), permitindo uma melhoria nos padrões de qualidade dos cursos de formação de professores e um recrutamento de professores com melhores qualificações (competências), em vez das melhores classificações.

Dados de 1999 e de 2000 (Quadro 6) revelam que, do total dos alunos que ingressaram nos cursos de formação inicial de professores de ciências (3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário), menos de metade foram colocados no curso que representava a sua primeira opção (45% em 1999 e 48% em 2000)³².

³² Os dados referem-se à escolha simultânea de curso e instituição.

Quadro 6

Número de Alunos Candidatos, Colocados e Colocados em 1.ª Opção em Cursos de Formação Inicial de Professores de Ciências, Ministrados nas Universidades Públicas em 1999 e 2000

ANOS	N.º DE CANDIDATOS	N.º DE COLOCADOS	N.º DE COLOCADOS EM 1.ª OPÇÃO
1999	2967	516	237
2000	2856	486	234

Fonte: Departamento do Ensino Superior–Ministério da Educação
(www.desup.min-edu.pt/resinst1.asp?CodR=110)

Apesar de nestes dois anos, a procura de cursos de formação de professores ter sido muito superior ao número de vagas disponíveis, na maioria dos casos estes cursos não eram uma primeira opção. Num estudo realizado em 1990, concluiu-se que metade dos professores considerados entrou no ensino mais, por pressões da realidade (oportunidade de emprego), do que por uma vocação ou gosto profundo pelo exercício da docência (Rodrigues e Esteves, 1993). Com efeito, por trás de uma primeira opção, podem estar factores motivacionais de natureza diferente.

No que se refere às razões que levam à escolha de um curso de formação de professores, podemos falar de factores intrínsecos e em factores extrínsecos. Enquanto que nos primeiros a conduta é determinada pelo sujeito, em função da satisfação pessoal proporcionada, nos segundos a conduta é determinada pelo meio exterior, pelas recompensas materiais ou não materiais proporcionadas (Neto, 1998).

Huberman (1989) agrupou as motivações para a profissão docente, em três categorias: a) motivações activas (intrínsecas ao sujeito); b) motivações materiais (extrínsecas ao sujeito); c) motivações passivas (de natureza circunstancial).

São exemplos de motivações activas: a vocação (Braga da Cruz, 1988; Vaz, 2000); a influência de alguém (Vaz, 2000); o gosto de trabalhar com jovens³³ (Book e Freeman, 1986; Joseph e Green, 1986; Valente e Bárrios, 1986; Postic, 1990); o gosto pelo ensino (Valente e Bárrios, 1986); o desejo de contribuir para a formação dos jovens e da sociedade (Valente e Bárrios, 1986); a procura da própria identidade e equilíbrio pessoal (Postic, 1990; Machado, 1996); o desejo de dominar e de ter poder (Amiel-Lebigre e Pichot, 1978). Entre as motivações materiais estão: a garantia de emprego (Braga da Cruz, 1988; Vaz, 2000), a

³³ Os resultados de grande parte dos estudos sobre as motivações para a escolha da docência apontam este como um dos principais factores. Contudo, esta tendência parece ser mais acentuada nos professores do 1.º ciclo do que nos do 2.º e 3.º ciclos do ensino básico e secundário (Book e Freeman).

flexibilidade e diversidade de trabalho, a aquisição de um determinado *status* social e a flexibilidade de horário. São exemplos de motivações passivas o facto da pessoa não ter conseguido entrar noutra curso ou a ausência de alternativas (Braga da Cruz, 1988).

Para além da vocação, a garantia de um emprego e um determinado *status* social parecem ter sido as principais razões que, durante anos, levaram à escolha de cursos de ensino. Porém, actualmente, a realidade é bem diferente, o interesse por cursos de formação de professores tem vindo a diminuir de forma acentuada desde 2000 (Figura 2).

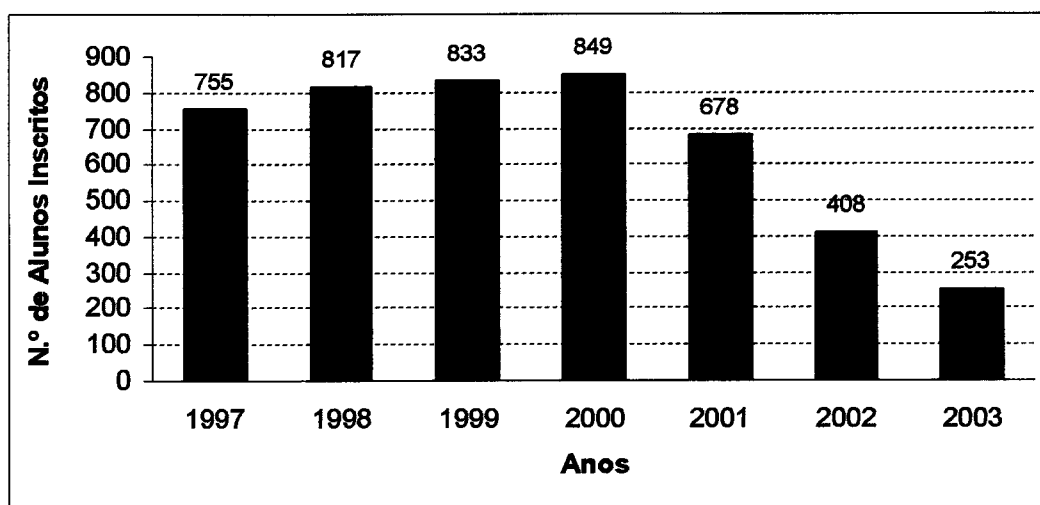


Figura 2. Número de alunos inscritos pela primeira vez, em cursos de formação inicial de professores (Biologia/Geologia, Física/Química, Física e Química), no período compreendido entre 1997 e 2003.

Fonte: www.oces.mctes.pt/docs/ficheiros/AlunosInscritos1vez19972003.pdf (22/05/2005)

A procura destes cursos diminuiu, não por uma crise de vocações, mas antes porque as motivações materiais deixaram de existir. Diminuiu o prestígio social do professor (Nóvoa, 1997) e aumentaram a insegurança e a instabilidade de emprego, a precarização do vínculo laboral, a deslocação compulsiva dos professores, as deficientes condições de trabalho e os salários pouco compensatórios.

3 – QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL

Dado o carácter complexo e difuso da profissão docente, a avaliação da aptidão profissional tem de ser um processo abrangente que tenha em conta as diferentes dimensões do perfil docente (intelectual, técnica, pessoal, cultural e social). Por conseguinte, os planos de formação de professores devem ser construídos “em função dos perfis profissionais correspondentes às funções e aos papéis dos futuros professores” (Afonso, 1994, p. 18).

No nosso país, a certificação dos cursos que conferem a qualificação profissional para a docência é da responsabilidade do Ministério da Educação. O reconhecimento destes cursos tem sido feito com base na análise do plano de cada curso, sem avaliar o modo como o mesmo se concretiza ao longo dos anos, nem a adequação dos planos de formação aos respectivos perfis profissionais, uma vez que estes só recentemente foram publicados (Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de Agosto)³⁴. Deste modo, temos um processo de reconhecimento que é praticamente coincidente com o registo, criação ou autorização de funcionamento do curso.

De acordo com a lei³⁵, as instituições de formação, no âmbito da lei da autonomia universitária, são as únicas responsáveis pela certificação da qualificação profissional dos diplomados, pelos cursos que asseguram. Esta certificação é concedida através de quatro titulações: 1) habilitação académica (licenciado); 2) habilitação profissional (licenciado em ensino); 3) certificado de aptidão individual (habilitado profissionalmente para a docência); 4) classificação profissional (nota de acesso aos concursos públicos).

Este modelo de certificação levanta algumas questões, nomeadamente no que diz respeito à qualificação profissional que resulta da avaliação das competências profissionais. Assim, importa distinguir qualificação de competência. A qualificação obtém-se por via académica e é comprovada através de títulos académicos, diplomas, graus e certificados que constituem uma garantia de prévia aquisição dos saberes requeridos para o desempenho de uma actividade específica (Canário, 2001). Porém, esta qualificação não certifica competências, porque, como afirma Le Boterf (1994), a competência não corresponde a um

³⁴ Nenhum dos diplomas que serviu de suporte legal aos dois modelos de formação inicial apresentava itens definidores do perfil de professor. O primeiro documento legal a fazer referência aos perfis de competência foi a Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro. No n.º 2 do artigo 31.º, pode ler-se: “o Governo define, por Decreto-Lei, os perfis de competência e de formação de educadores e professores para ingresso na carreira docente”, o que só veio a acontecer em 2001.

³⁵ Artigo 31.º da LBSE, com a redacção que lhe foi dada pela Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro.

estado, nem a um saber que se possui, nem a um adquirido de formação; é antes um saber encontrar e pôr em prática eficazmente as respostas apropriadas ao contexto na realização de um projecto (Reinbold e Breillot, 1993, citados em Canário, 2001). Conclui-se que é possível possuir qualificação e não ser competente, mas também o inverso, ser competente e não possuir qualificação.

Sabendo que a cultura académica, prevalecente nas universidades, privilegia mais a avaliação das competências intelectuais, menos as competências técnicas e pouco as competências morais e relacionais, estas acabam quase sempre por ser certificadas sem a adequada avaliação (Formosinho, 2001). Por outro lado, a avaliação do desempenho profissional é feita apenas no ano de estágio e resume-se às actividades da sala de aula, ficando de fora muitas outras funções do professor, realizadas noutros contextos.

Até ao momento, o único requisito necessário para iniciar a carreira profissional de professor é a classificação profissional que coincide com a classificação final do curso, atribuída pela instituição de formação. Este sistema de certificação não garante que são os candidatos mais competentes e, por isso, com maior qualidade, que ingressam primeiro no sistema educativo. Por outro lado, os cursos funcionam em condições muito distintas; não existem critérios rigorosos de classificação; não há evidência da correspondência directa entre classificações elevadas e a qualidade da formação; e surgem discrepâncias nos valores médios das classificações finais de curso. Torna-se, assim, evidente que a verificação da qualificação dos professores não se pode reduzir a um certificado e a uma classificação.

Um sistema de certificação profissional com algumas limitações e a ausência de mecanismos de controlo e regulação eficazes são dois factores que condicionam a qualidade do sistema educativo. Na verdade, a profissão de docente não está submetida ao duplo controlo (académico e profissional) e possui menos instâncias de regulação externa que outras profissões. Em parte, isto acontece, porque o estado tem a tutela e a orientação dos sistemas educativos, exercendo um enorme controlo sobre a formação de professores.

Em 1994, foi publicada a Lei n.º 38/94, de 21 de Novembro, que estabeleceu as bases de um sistema de avaliação e acompanhamento das instituições do ensino superior. No articulado das finalidades da avaliação, emergem duas linhas de força, dominantes na política pública de educação, desde a década de 1990: a promoção da avaliação do desempenho, como instrumento para a melhoria da qualidade e como veículo de prestação de

contas aos cidadãos, funcionando como mecanismo de apoio à decisão política governamental (Afonso, 2002). Neste âmbito, foram criadas Comissões Externas de Avaliação que iniciaram funções em 1995, concluindo em 2000, o 1.º ciclo de avaliação.

Para além do enorme contributo deste processo avaliativo, na promoção da qualidade dos cursos superiores em geral, a partir do final da década de 1990, com a criação do INAFOP (Instituto Nacional de Acreditação da Formação de Professores)³⁶ e com a publicação de alguns diplomas legais, os cursos de formação inicial de professores passaram a dispor de um conjunto de mecanismos legais, capazes de conferir um padrão de coerência, no regime de qualificação para a docência de todos os níveis de ensino, nas diversas instituições que realizam formação inicial de professores. Estes mecanismos são: a Deliberação n.º 1488/2000, de 15 de Dezembro, que define os Padrões de Qualidade da Formação Inicial de Professores; o Decreto-Lei n.º 194/99, de 7 de Junho, que estabelece o Regulamento do Processo de Acreditação dos cursos que conferem qualificação profissional para a docência; e o Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de Agosto, que define os perfis de competência exigidos para o desempenho de funções docentes.

O INAFOP veio preencher um enorme vazio existente no nosso sistema de certificação de professores. Este Instituto, com autoridade administrativa independente, passou a ser responsável pela organização, coordenação e controlo da formação inicial de professores, instituindo-se, assim, um processo efectivo de avaliação e acreditação dos cursos, envolvendo a aplicação de critérios rigorosos de classificação profissional. No entanto, este Instituto não chegou a exercer plenamente as suas funções, uma vez que foi extinto em 2002, interrompendo o processo de acreditação que já se encontrava no terreno, depois de um longo percurso de preparação, fundamentação e organização iniciado, em 1997 com a criação do Grupo de Missão: Acreditação da Formação de Professores.

O Regulamento do Processo de Acreditação (Decreto-Lei n.º 194/99, de 7 de Junho) determina que a acreditação de um curso de formação inicial para a docência é o reconhecimento da adequação desse curso às exigências de qualidade do desempenho profissional, no nível e na área de educação ou de ensino abrangido pelo mesmo (artigo 2.º).

De acordo com o Regulamento, a acreditação dos cursos de formação inicial de professores deve ter o seguinte quadro de referência (artigo 8.º):

³⁶ Regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 194/98, de 17 de Setembro.

1. O regime jurídico de formação inicial definido na Lei de Bases do Sistema Educativo e legislação complementar;
2. As orientações curriculares e os currículos dos diferentes níveis de ensino;
3. O perfil geral de desempenho do educador e do professor (Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de Agosto);
4. Os perfis de desempenho específico de cada qualificação docente³⁷;
5. Os padrões de qualidade da formação inicial, fixados pelo INAFOP para a respectiva acreditação e certificação (Deliberação n.º 1488/2000, de 15 de Dezembro).

Este Regulamento obriga as instituições formadoras a submeterem os cursos a um processo de apreciação externa que não se limita a uma simples verificação administrativa da presença ou ausência dos requisitos legais, pois também verifica a qualidade dos recursos, dos processos e dos resultados da formação. Exige, não só a avaliação do projecto de formação, mas também o seu desenvolvimento ao longo do tempo.

O processo de acreditação tem sido uma importante referência para debates nas instituições formadoras, com impacto na qualidade dos currículos (muitas instituições encontram-se num processo de reorganização curricular dos seus cursos de formação de professores), no desenvolvimento de uma cultura de formação profissional de professores (pouco desenvolvida em algumas instituições) e na consolidação de um sentido de projecto na formação inicial de professores. Deste modo, o processo de acreditação desempenha um papel fundamental não só para a melhoria da qualidade do desempenho daqueles que irão exercer funções docentes, como também para assegurar a equivalência qualitativa dos vários cursos conducentes à mesma qualificação docente específica.

No processo de acreditação, o INAFOP desempenhou uma importante função, funcionando como um mecanismo regulador, capaz de assegurar uma unidade de formação de professores, na diversidade formativa, e uma diversidade de experiências, numa unidade de critérios. Com a sua extinção, a acreditação passou para a Direcção-Geral dos Recursos Humanos da Educação do Ministério da Educação e o processo de certificação profissional continua a processar-se nos mesmos moldes, ou seja, cada instituição atribui a classificação

³⁷ Estão legalmente definidos os perfis específicos de desempenho profissional do educador de infância e do professor do 1.º ciclo do ensino básico (Decreto-Lei n.º 241/2001, de 30 de Agosto). Os perfis específicos para os quarenta e três grupos de docência do 2.º e 3.º ciclos do ensino básico e do ensino secundário ainda não estão legislados.

profissional aos seus diplomados, segundo os seus próprios critérios, sem qualquer regulação, o que é manifestamente inadequado, porque favorece as desigualdades entre os diplomados de diferentes instituições.

4 – INSTITUIÇÕES DE FORMAÇÃO

Em Portugal, toda a formação inicial de professores de ciências realiza-se em estabelecimentos de ensino público, nos Institutos Politécnicos (que integram as Escolas Superiores de Educação) e nas Universidades³⁸. A Lei de Bases do Sistema Educativo (n.º 1 do artigo 31.º) determina que as universidades podem realizar a formação inicial de educadores de infância e de professores de todos os níveis de ensino e que as Escolas Superiores de Educação só podem realizar a formação até ao 2.º ciclo do ensino básico (inclusive). A Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro, veio dar uma nova redacção ao artigo 31.º da Lei de Bases do Sistema Educativo, conferindo às Escolas Superiores de Educação a possibilidade de formar professores até ao 3.º ciclo do ensino básico. Porém, esta formação continua a fazer-se, exclusivamente, nas universidades.

Existem em Portugal quinze universidades públicas, em onze das quais são ministrados cursos de formação inicial de professores de Biologia e Geologia (Quadro 7). Todos estes cursos habilitam para a docência no 3.º ciclo do ensino básico e no ensino secundário, alguns seguem o modelo integrado e outros o modelo sequencial. Campos (1995) estabelece uma relação entre a postura que as universidades assumem em relação à formação inicial de professores e os cursos que ministram. Segundo este autor, as universidades que se assumem como instituições de formação de professores seguem o modelo integrado, enquanto as que se recusam a assumir-se como instituições de formação de professores ministram cursos segundo o modelo sequencial (com ramo educacional).

³⁸ Tal como em Portugal, todos os países comunitários formam professores do ensino secundário nas universidades. A formação de professores dos outros ciclos de ensino, em alguns países, é feita nas Universidades (Alemanha, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Reino Unido e Suécia) e, noutros, é feita em instituições não universitárias (Áustria, Bélgica, Dinamarca, Holanda, Irlanda, Itália e Luxemburgo).

Quadro 7

Cursos de Formação Inicial de Professores de Biologia e Geologia (3.º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário)

INSTITUIÇÃO	DESIGNAÇÃO DO CURSO	MODELO	
		De 1997 a 2003	2004/2005
Universidade dos Açores	Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia	Formação integrada	
Universidade do Algarve	Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia	Formação integrada	
	Licenciatura em Biologia e Geologia (ramo ensino)		Formação sequencial
Universidade de Aveiro	Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia	Formação integrada	
Universidade de Coimbra (Faculdade de Ciências e Tecnologia)	Licenciatura em Biologia (ramo educacional)	Formação sequencial	
	Licenciatura em Geologia (ramo educacional)	Formação sequencial	
Universidade de Évora	Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia	Formação integrada	
	Licenciatura em Biologia (variante em ensino de Biologia e Geologia)		Formação sequencial
Universidade de Lisboa (Faculdade de Ciências)	Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia (variante Biologia ou variante Geologia)	Formação sequencial	
Universidade da Madeira	Licenciatura em Biologia (ramo educacional)	Formação sequencial	
Universidade do Minho	Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia	Formação integrada	
Universidade Nova de Lisboa (Faculdade de Ciências e Tecnologia)	Licenciatura em Ensino em Ciências da Natureza (Biologia/Geologia)	Formação integrada	
Universidade do Porto (Faculdade de Ciências)	Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia	Formação sequencial ³⁹	
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia	Formação integrada	

Nos últimos anos, as universidades portuguesas têm sofrido pressões, no sentido de reorganizarem os seus cursos, sobretudo os de formação inicial de professores que seguem o modelo integrado. Estas pressões devem-se não só à diminuição da procura de cursos de

³⁹ Apesar da designação de licenciatura em ensino, o curso está estruturado numa lógica sequencial, pois as disciplinas de Ciências de Educação surgem apenas no 4.º ano do curso.

ensino, mas também às directrizes do Processo de Bolonha. Em consequência destas pressões, foram reorganizados alguns cursos e criados outros, mais próximos de uma matriz sequencial, como aconteceu nas Universidades de Évora e do Algarve⁴⁰.

Apesar das universidades ministrarem cursos de formação de professores, estas sempre resistiram a estes cursos (Campos, 1995). Os preconceitos acerca do estatuto académico da universidade e do politécnico e a própria natureza da formação de professores levam a que muitos académicos considerem que as escolas superiores de educação são o lugar próprio para ministrar estes cursos profissionalizantes.

A Lei de Bases do Sistema Educativo não é clara, quanto à distinção entre os institutos politécnicos (onde se integram as escolas superiores de educação) e as universidades. O legislador utiliza as palavras “aplicação” e “prática”, para definir a natureza do ensino politécnico, o que pressupõe um carácter mais prático e profissionalizante da formação oferecida neste subsistema (artigo 11.º, n.º 3 e n.º 4).

A Lei n.º 1/2003, de 6 de Janeiro, que aprovou o Regime Jurídico do Desenvolvimento e da Qualidade do Ensino Superior estabeleceu os princípios da formação em cada uma destas instituições. Assim, determinou que “as universidades são centros de criação, transmissão e difusão da cultura, da ciência e da tecnologia, que, através da articulação do estudo, da docência e da investigação, se integram na vida da sociedade” (artigo 6.º, n.º 1) e que “as Escolas Politécnicas são centros de formação cultural e técnica de nível superior, aos quais cabe ministrar a preparação para o exercício de actividades profissionais altamente qualificadas e promover o desenvolvimento das regiões em que se inserem” (artigo 7.º, n.º 2).

Esta distinção reforça os paradigmas de formação existentes nestes dois subsistemas, apontando para uma formação mais académica, nas universidades, e para uma formação mais profissionalizante, nos institutos politécnicos. Por esta razão, no ensino universitário, o nível de exigência na preparação científica especializada numa área disciplinar ou disciplina é maior do que no ensino politécnico (Ribeiro, 1997). Assim, do ponto de vista organizacional, apenas as escolas superiores de educação são consideradas instituições de formação de professores, na medida em que são instituições específicas, exclusivamente

⁴⁰ A Universidade de Évora criou a licenciatura em Biologia, com duas variantes: Biologia e Ensino de Biologia e Geologia. A Universidade do Algarve manteve a Licenciatura em Biologia e Geologia, criando os ramos de Ensino e de Educação Ambiental.

orientadas para esse fim, enquanto as universidades ministram cursos de formação de professores, pois são instituições de ensino não específicas, com diversas vocações.

A vertente profissionalizante dos cursos de formação inicial de professores, não dispensa uma sólida base cultural e uma forte componente investigativa, já que o nível de aprofundamento dos conhecimentos científicos, humanísticos, tecnológicos ou artísticos requerem o contacto com docentes e investigadores da sua área de conhecimento e de outras áreas disciplinares e profissionais. As universidades oferecem todas estas condições, pelo que são locais adequados para a formação de professores.

Porém, diversos autores defendem que a formação de professores deve ser realizada nas Escolas Superiores de Educação. Afonso (1994) argumenta que o contexto organizacional em que a formação ocorre é decisivo para a construção de uma cultura profissional docente e da respectiva identidade profissional, ajudando a contrariar a opção pela profissão docente como “uma opção secundária no contexto da cultura académica dominante na organização onde decorre a formação” (p. 15), o que parece acontecer nas universidades. Para Ribeiro, a grande vantagem das escolas superiores de educação “reside na possibilidade de concepção e execução de um programa de formação mais coerente e integrado, porque focalizado no resultado final a conseguir” (1989, p. 14).

A discussão em torno do papel das escolas superiores de educação e das universidades, na formação de professores, mantém-se. Contudo, não podemos deixar de salientar que faltam estudos de avaliação que relacionem a competência profissional dos professores profissionalizados com os modelos de formação e as instituições de origem, que possam contribuir para uma maior fundamentação das opiniões.

5 – AS LICENCIATURAS EM ENSINO. O CASO DA LICENCIATURA EM ENSINO DE BIOLOGIA E GEOLOGIA NA UNIVERSIDADE DE ÉVORA. ELEMENTOS DESCRITIVOS E ALGUMAS REFLEXÕES CRÍTICAS

Apesar do reconhecimento público da importância das Licenciaturas em Ensino (Lima *et al.*, 1995), estas não reúnem consenso em todos os sectores da universidade portuguesa (Patrício, 1996). Também não têm sido objecto de estudos suficientemente abrangentes que permitam identificar as suas potencialidades e limitações e avaliar o seu impacto nas várias dimensões do Sistema Educativo. Na verdade, são escassos os trabalhos de investigação que questionem, de forma circunstanciada, os modelos de formação de professores, no que se refere aos “paradigmas” ou “orientações dominantes” que presidem à configuração de um dado currículo formativo, seja em termos da estrutura que apresenta, seja em termos das concepções e crenças subjacentes (Estrela, Esteves e Rodrigues, 2002).

A maioria das investigações efectuadas são de natureza institucional, levadas a cabo por Comissões Externas de Avaliação,⁴¹ enquanto as investigações não institucionais têm tido um carácter pontual, sendo, de um modo geral, restritivas, focalizando apenas alguns aspectos, sobretudo os estágios pedagógicos (Estrela, *et al.*, 2002).

A análise que agora fazemos às licenciaturas em ensino tem como pano de fundo a Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia, ministrada na Universidade de Évora. É sustentada por um *corpus* documental, constituído por legislação, Relatório de Auto-Avaliação realizado pela Comissão de Curso da licenciatura em análise, Relatório de Avaliação produzido pela Comissão Externa de Avaliação, Relatórios Críticos de Estágio realizados pelos alunos estagiários e pela experiência acumulada de vinte anos, quer como aluna, quer como formadora e supervisora dos estágios. Porém, não ignora a produção teórica e investigativa recente sobre a formação de professores, sobretudo no contexto português.

Procuramos, com este estudo, disponibilizar elementos que possam contribuir, embora de forma limitada e parcelar, para um esforço de melhoria da formação inicial de

⁴¹ Estas comissões foram criadas no âmbito da avaliação do desempenho das instituições de ensino superior públicas e não públicas (Lei n.º 38/94, de 21 de Novembro), para avaliar os cursos ministrados. Este processo avaliativo decorre sob a égide da Fundação das Universidades Portuguesas.

professores em Portugal. Para o efeito, procedemos a diversas análises, nomeadamente da conceptualização e concretização do modelo e das suas virtualidades e limitações; incluímos, ainda, algumas propostas de resolução para os problemas identificados.

5.1 – Génese e Evolução

A Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia da Universidade de Évora entrou em funcionamento em 1978, após a sua criação pelo Decreto Regulamentar n.º 38/78, de 25 de Outubro. O curso mantém-se em funcionamento, mas abriu pela última vez no ano lectivo de 2003/2004. Face à diminuição acentuada do número de candidatos e às pressões decorrentes do Processo de Bolonha, a Universidade de Évora teve necessidade de reequacionar a estrutura e a organização dos cursos, no sentido de se aproximar do modelo de formação em dois ciclos: 1.º ciclo de “banda larga” com um tronco comum com outros cursos e 2.º ciclo de especialização.

A organização curricular deste curso rege-se pelo Decreto-Lei n.º 173/80, de 29 de Maio. Durante dezassete anos, os estágios funcionaram de acordo com a legislação aplicável a nível nacional⁴². A partir de 1995, entrou em vigor o Regulamento dos Estágios Pedagógicos (Despacho n.º 6/SAC/95, de 3 de Junho), que especifica e aprofunda muitas das directivas nacionais, sendo substituído, em 2002, por um novo regulamento (Despacho n.º 24 973/2002, de 22 de Novembro) que se mantém em vigor.

Em vinte e cinco anos de funcionamento, o curso foi objecto de três reformas, cujos planos curriculares sempre incluíram, desde o primeiro semestre, disciplinas científicas da especialidade e disciplinas de Ciências da Educação.

No primeiro plano de estudos, que funcionou entre 1978 e 1987, a estrutura curricular apresentava um desequilíbrio entre as três componentes de formação (Biologia, Geologia e Ciências da Educação). A Geologia tinha um peso muito reduzido, comparativamente à Biologia. Em 1987, o plano de estudos sofreu uma reestruturação e a

⁴² Portaria 431/79, de 16 de Agosto de 1979, com as alterações introduzidas pela Portaria 791/80, de 6 de Outubro de 1980, e Portaria 494/84, de 23 de Julho de 1984.

componente de Geologia foi reforçada, adquirindo peso semelhante ao da Biologia. Porém, houve uma redução na componente de Ciências da Educação.

Em 1993⁴³, o curso foi novamente reestruturado, no sentido de seguir a tendência europeia e portuguesa de aliviar a carga horária dos alunos, tendo-se optado pela divisão do curso, a partir do 3.º ano, em dois ramos opcionais, ramo de Biologia e ramo de Geologia (Quadro 8).

Quadro 8 Plano de Estudos da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia da Universidade de Évora (a partir de 1993)

ÁREAS DE FORMAÇÃO		UNIDADES DE CRÉDITO		
		RAMO DE BIOLOGIA	RAMO DE GEOLOGIA	TOTAL
ÁREAS CIENTÍFICAS DE ESPECIALIZAÇÃO	BIOLOGIA	45	24	70/73
	GEOLOGIA	25	49	
ÁREAS CIENTÍFICAS AFINS	FÍSICA	3,5		18,5
	QUÍMICA	8,5		
	MATEMÁTICA	6,5		
ÁREAS DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO	CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO	26		33
	HISTÓRIA E EPISTEMOLOGIA DAS CIÊNCIAS	4		
	CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS	3		

O primeiro ano do curso é generalista, procurando fornecer aos alunos uma formação científico-pedagógica de base, que constitua os alicerces para uma abordagem das especificidades do conhecimento biológico, geológico e educacional dos três anos seguintes. As disciplinas do curso estão organizadas segundo uma lógica de complexidade (especialização) crescente – currículo em espiral.

Entre 1998 e 1999, a Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia da Universidade de Évora foi submetida a uma Avaliação Institucional Externa. Com base nos reparos e sugestões presentes no relatório elaborado pela Comissão de Avaliação, a Comissão de Curso preparou uma proposta de reformulação da referida licenciatura, com a qual pretendia corrigir alguns dos principais problemas detectados no curso: a) a divisão do curso em dois

⁴³ Despacho n.º 4/VR/93, de 7 de Setembro.

ramos opcionais; b) a excessiva carga lectiva semanal; c) o número excessivo de disciplinas; d) a ausência de precedências. No entanto, esta proposta ficou a aguardar pela publicação dos perfis de desempenho profissional e das orientações precisas, para a efectiva aplicação do sistema ECTS.

5.2 – Análise Funcional, Problemas e Sugestões

A análise que fazemos de toda a informação que fundamentou o nosso estudo permitiu-nos identificar vários problemas e necessidades, relacionados com a estrutura, organização e funcionamento do curso. Muitos destes problemas são comuns aos cursos que seguem o modelo integrado, pondo em causa a eficácia que teoricamente apresenta.

Esta análise insere-se num quadro de referência teórico e conceptual, configurado em nove eixos que determinaram o modo como toda a informação foi organizada e interpretada. Estes eixos têm, como referenciais: o regime jurídico da formação inicial de professores do ensino básico e secundário (artigos 30.º e 31.º da Lei de Bases do Sistema Educativo, com as alterações introduzidas pela Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro, e pelo Decreto-lei n.º 344/89, de 11 de Outubro); o perfil geral de desempenho dos professores dos ensinos básico e secundário (Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de Agosto); e os padrões de qualidade da formação inicial de professores (Deliberação n.º 1488/2000, de 15 de Dezembro de 2000).

Os eixos de análise considerados são os seguintes:

1. A formação deve ter, como principais vectores, a integração das componentes de formação e a integração da teoria e da prática.
2. A prática pedagógica deve constituir uma componente fundamental, no processo de desenvolvimento das capacidades e competências que integram a função docente.
3. O estágio pedagógico deve ser um elemento regulador na formação de professores.
4. A formação deve assentar em práticas metodológicas afins das que os educadores e professores vierem a utilizar no exercício da função docente.

5. A formação deve estar de acordo com as necessidades do desempenho profissional, no respectivo nível de educação e ensino.
6. A formação inicial deve ser encarada como a primeira etapa da formação e, conseqüentemente, articular esta com a formação contínua.
7. A formação científico-pedagógica deve promover os saberes específicos da especialidade, desenvolver capacidades e atitudes de análise crítica, de inovação e de investigação, adequados a uma permanente actualização do saber.
8. A formação deve promover aprendizagens adequadas às diferentes funções e papéis dos professores.
9. A formação inicial de professores exige um corpo docente constituído por professores formadores.

Os nove eixos que guiaram a nossa análise têm subjacente a ideia da formação profissionalizante de professores. Contudo, estamos conscientes de que uma formação desta natureza requer mudanças profundas nos paradigmas da universidade. Consideramos que não será possível a consolidação de uma cultura de formação profissional dos professores, enquanto as universidades não conseguirem ultrapassar o peso secular da tradição académica que subvaloriza a formação profissionalizante e as Ciências da Educação; enquanto não existirem estruturas de coordenação adequadas, que ajudem a ultrapassar a falta de entendimento entre os especialistas das duas componentes de formação; e enquanto as instituições formadoras não reconhecerem a importância estratégica da formação de professores, para o desenvolvimento da sociedade (Patrício, *in press*, citado em Campos, 1995, p. 36).

5.2.1 – Integração das componentes de formação e integração da teoria e da prática

O modo como é feita a integração das componentes de formação e da teoria e prática “constitui o ponto nevrálgico da organização curricular” (Canário, 2001, p. 32),

determinando a qualidade dos programas de formação inicial de professores (Mellado Jiménez, 1999).

Nas licenciaturas em ensino, é a integração curricular que dá sentido a toda uma estrutura curricular. Contudo, esta só é possível, quando existe uma efectiva articulação entre as várias componentes de formação, concretizada em torno de vectores programáticos que se reforçam mutuamente e que suportam as diferentes componentes de formação. Nesta perspectiva, a componente académica define-se no contexto da componente profissional e esta não se concretiza sem aquela; a prática pedagógica também não surge desligada da teoria que a fundamenta e esta não se analisa e esclarece sem aquela (Ribeiro, 1989).

A cultura académica das universidades constitui um obstáculo à integração. Devido ao seu carácter profissionalizante, a formação de professores tem encontrado algumas resistências por parte de instituições historicamente vocacionadas para a formação de elites culturais e científicas. Muitos consideram que a formação de professores é uma “actividade universitária de segunda ordem” (Teodoro, 1994, p. 68) e que trabalhar em cursos exclusivamente orientados para a formação de professores confere um “estatuto inferior” (Campos, 1995).

A conotação negativa que as universidades atribuem à formação profissional “só é compreensível, se analisada à luz da tradição histórica que marca a relação entre o mundo da educação formal e o mundo do trabalho” (Canário, 2001, p. 33). Em consequência da democratização geral da sociedade no pós 25 de Abril, esta relação foi profundamente alterada. Um ensino superior orientado para a formação de elites deu lugar a um ensino superior de massas, transformando a relação entre a universidade e o mundo do trabalho e o paradigma da formação profissional. Porém, nas universidades clássicas, continuam a prevalecer princípios academicistas que consideram a universidade um local, por excelência, de formação científica ou cultural, desinteressada das necessidades e exigências do mundo do trabalho e da dinâmica social, assim como das saídas profissionais dos cursos ministrados (Freitas, 1987). Na maior parte dos casos, as universidades acabam por adoptar uma atitude ecléctica: por um lado, aceitam a separação entre a formação profissional e a formação académico-científica; por outro, defendem que ambas devem estar articuladas nos programas de formação. Na realidade, trata-se de defender a justaposição temporal e não a articulação curricular.

Formosinho (2001) advoga que as universidades, enquanto instituições de formação de professores, deveriam possuir duas racionalidades: uma lógica académica e uma lógica profissional. Contudo, a lógica académica tem predominado, conduzindo a um processo de academicização dos cursos de formação de professores⁴⁴. De um modo geral, quanto mais academicista for a instituição, maior será o distanciamento entre as componentes científica da especialidade e das Ciências da Educação, e entre estas e a Prática Pedagógica (Formosinho, 2001).

Integração das componentes da especialidade e das Ciências da Educação

Apesar de, institucionalmente, as licenciaturas em ensino serem sistemas de formação integrados, na generalidade dos cursos a integração é precária e torna-se evidente a vários níveis: a) ao nível do currículo enunciado (compartimentação disciplinar); b) ao nível do currículo implementado (as práticas de cada docente não se relacionem com as restantes); c) ao nível organizacional (inexistência de um projecto de formação global, coerente e integrador).

De um modo geral, “verifica-se que é quase inexistente a articulação entre a formação para a ou as disciplinas a ensinar e a formação pedagógica” (Campos, 1995, p. 36). Pacheco e Flores (1999) afirmam que “a integração das componentes de formação é, em muitos casos, uma ficção”, [pois não existe] “uma efectiva e recíproca participação dos professores das ciências da especialidade das Ciências da Educação e dos professores da escola com a universidade, existe uma compartimentação (quase) estanque, como se não fizessem parte de um mesmo projecto formativo” (p. 109). A articulação e integração das componentes curriculares numa unidade coerente com o produto final desejado, não tem sido tarefa fácil. Na prática, cada uma das componentes de formação desenvolve-se paralelamente (Freitas, 1987; Patrício, 1987), competindo entre si por um maior número de disciplinas, cujo resultado é um “amontoado de disciplinas” (Trindade, 1995). Por isso, Roldão (2001) afirma que a tendência para manter modelos organizativos aditivos, mesmo nos chamados integrados, permanece nos actuais sistemas de formação.

⁴⁴ O fenómeno de academicização da formação de professores foi objecto de reflexão na conferência sobre políticas europeias de formação de professores (*Teacher Education Policies in the European Union*), promovida pela Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia e realizada no Algarve, em Maio de 2000.

O facto das universidades estarem organizadas em Departamentos ou Faculdades dificulta a integração das diferentes disciplinas que compõem as componentes científicas e pedagógicas dos cursos. Por conseguinte, nalgumas universidades, são os departamentos envolvidos na formação pedagógica que se identificam e se assumem como formadores de professores; noutras, esta função é assumida pelos departamentos que fazem a formação científica e, neste caso, os departamentos pedagógicos são excluídos (Campos, 1995). Na prática, verifica-se o “contributo *justaposto* de vários departamentos, sem qualquer estrutura de coordenação adequada” (Campos, 1995, p. 11). Há falta de entendimento entre os especialistas das duas componentes de formação, quer devido a diferenças no estatuto epistemológico das disciplinas que compõem as duas áreas de formação, quer devido às linguagens específicas utilizadas (Trindade, 1995). O problema que se coloca é que “a formação de professores pertence, na prática, a todos, mas, no entanto, não é responsabilidade ou prioridade óbvia de ninguém” (Lanier e Little, 1986, p. 529).

De um modo geral, as didácticas específicas constituem o núcleo integrador das componentes de formação (Furió Mas, Gil Pérez, Carvalho e Salcedo, 1992; Carrilho, 1997) e é neste espaço curricular que diferentes conteúdos são relacionados entre si, constituindo-se os quadros de referência da acção do futuro professor. Na verdade, as Didácticas específicas constituem um contexto privilegiado de integração e mediação entre a formação teórica e a formação prática, onde os formandos aprendem a mobilizar e articular os diferentes saberes, quer da componente científica da especialidade, quer da componente de Ciências da Educação, e a construir soluções para os diversos problemas que surgem na prática profissional.

Uma vez “ultrapassada a concepção de que a actividade docente é, antes de tudo, uma arte, não necessitando de grande formação específica” (Teodoro, 1994, p. 67), é necessário promover o tratamento global e integrado dos conteúdos científicos e pedagógico-didácticos e dos problemas específicos que se colocam no processo de ensino/aprendizagem das ciências. Nesta perspectiva, impõe-se uma valorização da Didáctica das Ciências como disciplina de carácter investigativo e não meramente de cariz prático e instrumentalista; e o reconhecimento e a aceitação desta disciplina, como campo de conhecimento imprescindível na formação de professores (Cachapuz, Praia, Gil Pérez, Carrascosa e Martínez-Terrades, 2001).

Na Universidade de Évora, o peso da tradição académica e a organização em Departamentos também têm dificultado a integração das componentes de formação. Cada Departamento lecciona e coordena as disciplinas das respectivas áreas científicas, em todos os cursos. No caso da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia, as disciplinas do curso são leccionadas por docentes pertencentes a nove Departamentos: Pedagogia e Educação, Psicologia, Biologia, Geociências, Física, Química, Matemática, Ecologia e Sociologia. Por conseguinte, o curso requer a participação de diversos Departamentos que, muitas vezes, competem entre si pela coordenação interdepartamental⁴⁵, razão pela qual cada um coordena internamente a sua intervenção, inviabilizando qualquer tentativa de integração.

Carrilho (1984) escreveu um artigo sobre a formação de professores na Universidade de Évora, em que afirmava que a “Universidade portuguesa não está ainda adaptada nem sequer mentalizada para a formação integrada de professores. O mesmo acontece em muitos sectores da Universidade de Évora, o que gera atropelos, desconfianças, boicotes por parte de muita gente responsável, por parte de muitos departamentos, para quem o científico é inimigo do pedagógico” (p. 80).

Integração da teoria e prática

Teoria e prática constituem um binómio indissociável, em qualquer formação profissional. A teoria só faz sentido, se puder ser extrapolada para a prática (Damião, 1997), e a eficácia da prática será tanto maior, quanto mais rapidamente for esclarecida (Varela-Freitas, 1977, citado em Pacheco e Flores, 1999). Na perspectiva de integração em que nos situamos, a teoria serve para descrever, explicar e modificar a prática. A prática, por sua vez, possibilita a vivência da teoria e a aquisição das competências necessárias à profissão docente, permitindo “superar o esquema dualista da formação tradicional, em que a prática surge como uma mera aplicação da teoria” (Estrela e Estrela, 1977, p. 30).

A formação de professores não se pode reduzir à sua dimensão académica (aprendizagem de conteúdos organizados por disciplinas), porque as competências do professor não se constroem por justaposição, mas por integração entre o saber académico e o

⁴⁵ Esta coordenação está a cargo da Comissão de Curso que deve integrar os representantes dos departamentos mais intervenientes nos cursos (Biologia, Geociências e Pedagogia e Educação) e tem a competência de “acompanhar o funcionamento do curso, colaborar com os Departamentos na articulação de Programas e estudar permanentemente as estruturas e conteúdos curriculares” (Gazarini *et al.*, 2001, p.13).

saber prático. Neste sentido, Patrício (1986) afirma que “o docente formado deve saber, mas é absolutamente essencial saber fazer ... é essencial integrar, no processo de formação de um professor, a teoria e a prática” (p. 254), pois a “implicação recíproca da teoria e da prática é a expressão fiel da totalidade do acto docente” (Patrício, 1987, p. 43). Por conseguinte, a formação de professores deverá assentar na relação dialéctica entre o “saber” e o “saber fazer”. Deve ser um percurso interactivo que permita a mobilização, para a acção, de saberes teóricos e, ao mesmo tempo, a formalização (teórica) de saberes adquiridos por via experiencial (Canário, 2002). Nesta relação dialéctica, “a teoria guia e ilumina a prática, mas a prática provoca e suscita a teoria; a prática renasce transfigurada da teoria e a teoria renasce transfigurada da prática” (Patrício, 1987, p. 44).

Os professores têm de ser preparados para a diversidade e imprevisibilidade dos contextos educativos. Neste sentido, “formar é sempre e em todos os casos dar possibilidade de impulsionar o sistema em direcções novas, diferenciadas e imprevistas” (Neto, 1986, p. 13). A formação académica não é suficiente na preparação para esta realidade, porque muitas das aprendizagens teóricas dificilmente são transferidas e aplicadas na prática. Na verdade, o “saber fazer” não deve apoiar-se num receituário de técnicas, consideradas de aplicação universal e estereotipadas, mas numa base teórica que permita à acção prática utilizar as técnicas que se forem revelando mais adequadas e eficazes, nas situações concretas e mutáveis do ensino (Abreu, 1974). No fundo trata-se de promover a articulação/integração sistémica de todas as componentes teóricas e práticas da formação, tendo em conta os contextos em que ocorrem e a que se destinam.

Frequentemente, os cursos são criticados por praticarem um ensino demasiado teórico (Lima *et al.*, 1995; Gazarini *et al.*, 2001). Apesar da necessidade da integração teórico-prática estar reconhecida institucionalmente, esta raramente acontece, pois tanto a componente da especialidade como a componente das Ciências da Educação privilegiam a teoria, realizando prática ocasional, geralmente numa perspectiva de aplicação e não de integração teórico-prática.

5.2.2 – A prática pedagógica como eixo estruturante da formação profissional

O saber profissional do docente é o resultado da “mobilização, produção e utilização de diversos saberes (científicos, pedagógico-didáticos, organizacionais, técnico-práticos) organizados e integrados adequadamente em função da acção concreta a desenvolver em cada situação de prática profissional” (Ponte, 2004). A construção deste saber deve ocorrer em situações de prática contextualizada na realidade docente. Como sublinha Canário (2002) “o mais importante na formação inicial consiste em aprender a aprender com a experiência” (p. 2). Enquanto que a componente académica do curso influi pouco nas perspectivas e práticas do formando, as experiências práticas têm uma influência potencialmente mais significativa (Rodríguez, 1995).

O envolvimento em situações pedagógicas reais, desde o início da formação, constitui um dos meios mais valiosos para aprender a ser professor (Carrilho, 1997). Porque as competências profissionais são “emergentes” dos contextos de desempenho profissional, “é no contexto de trabalho, e não na escola de formação inicial, que se decide o essencial da aprendizagem profissional” (Canário, 2001, p. 38).

Nos cursos de formação inicial de professores, a prática pedagógica “é a verdadeira escola de formação profissional para os professores” (Trindade, 2003, p. 1075), constituindo uma efectiva oportunidade de aquisição e desenvolvimento dos saberes dos futuros professores (Blanco e Pacheco, 1991).

A prática pedagógica tem um papel decisivo na aquisição de conhecimentos e quadros de referência do pensamento e da acção, que fundamentem a capacidade de desenvolver saberes e competências em contexto (pensar sobre, investigar para, analisar porquê, aprofundar). Deve ser vista como espaço de aprendizagem profissional e não como espaço de aplicação; não deve de ser finalista, mas sequencial; deve ser uma prática que estabelece uma relação de interdependência com a teoria, que pensa “com a teoria” e não que pensa “acerca da teoria”. Neste sentido, as “aprendizagens práticas” servem não apenas para argumentação ideológica de qualquer actuação, mas sobretudo para compreender a realidade profissional e para fundamentar e orientar a prática (Contreras Domingo, 1987). Permite, assim, que o professor em formação possa reconstruir as suas próprias teorias pessoais sobre o ensino e aprendizagem em contextos específicos de ensino, e que simultaneamente possa

construir mais conhecimento procedimental e mais esquemas práticos de acção na aula (Mellado Jiménez, 1999).

A prática pedagógica visa contribuir para a progressiva introdução no mundo profissional da docência, da escola e dos seus contextos envolventes. Para Pacheco e Flores (1999), a prática pedagógica deve desenvolver-se em três fases: a) sensibilização do aluno – através da observação, contacto e discussão de diversos aspectos, a partir de contextos reais; b) desenvolvimento de competências/destrezas profissionais – mediante a observação, aquisição e treino de estratégias de actuação, de princípios de procedimento, de modalidades e instrumentos de observação, na realização de jogos de simulação, na análise de modelos e casos, etc.; c) integração progressiva na prática profissional real – através do acompanhamento do trabalho dos professores, passando pela observação e simulação de aulas, até às primeiras experiências lectivas.

Trata-se de uma componente indispensável, para “apetrechar o futuro professor com o domínio de técnicas de observação do comportamento dos alunos na classe e em outras situações de aprendizagem relevantes e ainda com técnicas de auto-observação e consequente correcção e aperfeiçoamento do seu próprio trabalho educativo” (Patrício, 1989, pp. 242-243). Por conseguinte, na prática pedagógica, devem privilegiar-se metodologias de observação-reflexão, de reflexão-acção e de acção-reflexão.

A prática pedagógica é tempo de vivência da realidade escolar, que permite a consciencialização e integração dos diferentes saberes que definem a competência profissional, estabelecendo a ponte entre dois mundos com realidades bem distintas, a escola e a instituição de formação. Com esta vivência antecipada da experiência da docência, os formandos podem “começar a apreciar as situações escolares sob o ponto de vista do professor” (Estrela e Estrela, 1977, p. 31), tomando consciência do que é ser professor. “Quanto mais autónoma e assumidamente profissional for a Prática Pedagógica, mais consciencializa os estudantes da realidade escolar” (Formosinho, 2001, p. 56).

Esta consciencialização é fundamental para: “diminuir o choque da realidade que se opera aquando da passagem de aluno a professor” (Pacheco e Flores, 1999, p. 105); para atenuar a ansiedade e receios em relação ao estágio; e até para evitar o reconhecimento tardio da falta de vocação/gosto pela docência.

Quando a prática pedagógica não se realiza ao longo do curso e o confronto com a realidade só acontece no ano de estágio, duas situações podem acontecer. Os professores

estagiários confirmam a sua vocação/gosto pela profissão ou, pelo contrário, tomam consciência de que estão no curso errado, mas, como já é demasiado tarde para voltar atrás, decidem concluir o curso, adquirindo a habilitação para a docência. Contudo, a resignação, o conformismo e até a frustração instalam-se, contribuindo para o “mal estar docente”⁴⁶ que se irá reflectir no desempenho profissional e, conseqüentemente, na qualidade do sistema educativo.

Apesar da inquestionável importância da prática pedagógica na formação inicial de professores, ela está praticamente ausente nas instituições de formação. De um modo geral, a formação, mesmo integrada, não promove a aproximação constante e gradual dos alunos à realidade escolar. Com efeito, as actividades de contacto, conhecimento e exercício da prática profissional constituem um problema omnipresente, na generalidade dos cursos de formação inicial de professores (Canário, 2002). Na maioria dos casos, este problema é ultrapassado com base no modelo de racionalidade técnica, teorizado por Schön (1992, 1997), em que os cursos se organizam, em função de uma componente de saber científico (conteúdos a ensinar), de uma componente técnica (como ensinar) e de uma componente prática (aplicação do aprendido).

Na licenciatura em ensino de Biologia e Geologia, ministrada na Universidade de Évora, a prática pedagógica contextualizada está circunscrita ao último ano do curso. Portanto, é no “estágio” que os alunos desta licenciatura têm o seu primeiro contacto com uma escola real e com alunos reais em condições reais. Na verdade, nesta universidade não estão criadas condições institucionais que permitam a realização de uma prática pedagógica contextualizada, ao longo do curso, quer pela ausência de parcerias e protocolos entre a Universidade e as escolas da cidade, quer, nalguns casos, pelo número excessivo de alunos por turma. No entanto, já houve (raras) situações em que alguns docentes, por sua iniciativa, estabeleceram contactos com as escolas da cidade, no sentido de encontrar professores disponíveis a acolher os alunos da universidade, para a realização de algumas actividades de prática pedagógica.

⁴⁶ Expressão utilizada por que Esteve (1992), para “descrever os efeitos negativos permanentes que afectam a personalidade do professor, em resultado das condições psicológicas e sociais em que exerce a docência” (p.31). Segundo afirma o autor, este mal estar instala-se, quando os professores são colocados perante determinadas exigências, para as quais não têm capacidade de resposta, por lacunas pessoais ou de formação. Esta incapacidade leva ao desenvolvimento de níveis de ansiedade inibidora que os leva a refugiarem-se em práticas rotineiras e estereotipadas, como forma de assegurarem a sua saúde mental.

5.2.3 – O estágio pedagógico como elemento regulador na formação de professores

O estágio é uma modalidade de prática pedagógica, sob a forma de docência assistida e orientada, que deverá ser encarado como “momento de síntese e de articulação produtiva de todas as componentes de formação curricular – especialidade, educação e prática pedagógica –, e não como momento de ruptura entre aquelas e o estágio pedagógico, pois este é antes de mais um elemento de formação nelas radicado e, a partir delas, desenvolvido” (Lima *et al.*, 1995, p. 161). Tem por finalidade “proporcionar ao futuro professor uma prática de desempenho docente global em contexto real que permita desenvolver as competências e atitudes necessárias para um desempenho consciente, responsável e eficaz” (Formosinho, 2001, p. 54).

Na formação inicial de professores, a prática pedagógica e, em particular, o estágio são o elemento regulador da qualificação profissional, pois o estágio não é apenas um processo de formação; é também um processo de avaliação das aprendizagens adquiridas e de avaliação das potencialidades dos futuros profissionais. Na verdade, constitui uma fonte de conhecimento, de experimentação e de reflexão, um momento privilegiado de integração de competências e uma oportunidade para repensar a qualidade da formação. Neste sentido, o estágio pode funcionar como um importante elemento regulador do curso, permitindo avaliar o dispositivo global de formação criado em cada instituição.

No estágio pedagógico, os professores em formação devem assumir a entidade de sujeitos e de agentes da formação e organizar a sua prática, numa perspectiva de reflexão e acção sobre os conhecimentos adquiridos e a realidade do quotidiano escolar.

Porque “a docência é uma profissão que se aprende pela vivência da discência” (Formosinho, 2001, p. 49), o primeiro ano de exercício da profissão é determinante na definição das concepções e práticas sobre o ensino (Copello Levy e Sanmartí Puig, 2001), ou seja, na construção da profissionalidade docente.

O funcionamento dos estágios, na Universidade de Évora, apresenta alguns condicionalismos, uns de natureza institucional e outros decorrentes da política educativa, que vão influenciar, directa ou indirectamente, a qualidade do mesmo.

Condicionalismos de política educativa

Nos últimos anos, tem diminuído o número de escolas na zona de influência da Universidade, capazes de dar resposta aos formandos que necessitam de realizar o estágio para concluir o seu curso. Na origem desta situação estão: a) a redução progressiva do número de escolas com 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário⁴⁷; b) os lugares do quadro, na maioria das escolas, estarem quase todos preenchidos.

Esta situação vai ter consequências na localização dos núcleos de estágio e nas actividades docentes dos estagiários. No que se refere ao problema da localização dos núcleos de estágio, verifica-se uma grande dispersão geográfica, pois há núcleos a funcionar em escolas de Évora e outros em escolas que distam cerca de 150 km da Universidade de Évora. Por conseguinte, os estagiários que se encontram nos núcleos mais afastados sofrem de algum isolamento, quer em relação aos outros núcleos, quer em relação à própria Universidade. Um sistema de vias de comunicação, por vezes arcaico, uma rede de transportes públicos deficiente e a ausência de transporte próprio impossibilitam estes estagiários de se deslocarem à Universidade, a fim de receber apoio dos orientadores⁴⁸, colocando-os em desvantagem, relativamente a outros núcleos que se encontram em escolas da cidade ou em localidades próximas. Este condicionalismo, tem sido minimizado com o recurso ao correio electrónico que, todavia, não substitui o contacto presencial.

Contudo, se, por um lado, a distância contribui para o afastamento dos estagiários da Universidade, por outro, também dificulta a deslocação dos orientadores aos núcleos de estágio. Por cada núcleo de estágio, é atribuída uma carga horária de duas horas semanais, independentemente do número de estagiários⁴⁹ e da localização do núcleo de estágio. Se considerarmos que a deslocação a um núcleo de estágio implica a articulação de três variáveis – o horário do docente na universidade, os horários dos estagiários e o tempo que se gasta na deslocação –, compreende-se que esta conjugação seja, por vezes, muito difícil. Assim, mais uma vez, os núcleos mais afastados são os mais penalizados. Para além disso, existe a limitação do número de deslocações que cada orientador pode fazer a cada núcleo,

⁴⁷ A licenciatura em ensino confere habilitação para a docência, no 3.º ciclo do ensino básico e no ensino secundário, pelo que os estagiários deveriam fazer o estágio nestes dois níveis de ensino.

⁴⁸ Os orientadores de estágio do Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade, tal como os estagiários, têm a 5.ª feira livre, para que estes se possam reunir ou realizar actividades relacionadas com o estágio. Nas outras áreas da especialidade (Biologia e Geologia) não se verificam estas condições.

⁴⁹ Apesar da lei prever que os núcleos sejam constituídos por quatro a seis estagiários, devido às disponibilidades de horários nas escolas, nos últimos anos têm funcionado núcleos com dois, três, quatro ou cinco estagiários.

com pagamento das respectivas ajudas de custo⁵⁰, que corresponde, em média, a seis deslocações anuais. Esta contingência poderá, nalguns casos, ser ultrapassada, se os orientadores da Universidade, em vez de se deslocarem sozinhos, o fizerem acompanhados de outro(s) orientador(es). Deste modo, o número de deslocações que podem ser feitas, sem encargo para o orientador, pode triplicar. Contudo, esta solução exige uma conjugação de horários, o que nem sempre é possível.

No que se refere às actividades docentes dos estagiários, verifica-se uma grande heterogeneidade de escola para escola. Devido à redução do número de escolas com ensinos básico e secundário, é cada vez mais difícil assegurar o estágio nestes dois níveis de escolaridade, tal como a lei recomenda. Para resolver a situação, os orientadores das escolas têm enveredado por diferentes soluções. Em condições normais, e de acordo com a legislação em vigor, a actividade docente no núcleo seria distribuída do seguinte modo: cada estagiário ficaria responsável por duas disciplinas, de níveis diferentes, do 3.º ciclo e o orientador da escola, com duas turmas, uma do 3.º ciclo do ensino básico; e outra do ensino secundário. Ao longo do ano, de modo alternado, os estagiários leccionavam sequências de aulas, preferencialmente constituindo unidades didácticas, nas duas turmas do orientador.

Como o número de escolas com ensino básico e secundário é insuficiente, em cada ano é possível encontrar núcleos de estágio a funcionar em escolas secundárias, em escolas básicas com 2.º e 3.º ciclos e em escolas com ensino básico (3.º ciclo) e secundário. Deste modo, gera-se uma multiplicidade de situações de prática docente, com grande heterogeneidade dos níveis de ensino e disciplinas das turmas de regência e das turmas de serviço eventual. Consequentemente, alguns estagiários fazem estágio apenas em turmas do ensino básico, outros só em turmas do ensino secundário e outros, ainda, nos dois níveis de ensino.

Condicionalismos de natureza institucional

Muitos dos problemas detectados no funcionamento dos estágios têm a ver com a sua própria dinâmica interna. Alguns existem desde que os estágios entraram em funcionamento, outros têm surgido ao longo dos anos. A nossa reflexão situa-se num tempo próximo e é feita não só à luz do actual Regulamento Interno dos Estágios (Despacho n.º 24 973/2002, de 22

⁵⁰ O número máximo de deslocações pagas com ajudas de custo é determinado pelo Conselho Coordenador dos Estágios, em função do orçamento disponível para cada ano lectivo.

de Novembro), mas também do Regulamento anterior (Despacho n.º 6/SAC/95, de 3 de Junho) que vigorou até 2002.

O Regulamento define o estágio como actividade curricular, integradora da formação científica, pedagógica e didáctica obtida nos anos anteriores e estabelece as atribuições de cada uma das estruturas do estágio, bem como as competências dos professores da universidade e dos professores estagiários. Apesar de pretender ser um documento clarificador e orientador das diversas actividades de estágio, não consegue evitar o aparecimento de alguns problemas.

Começamos por salientar o desfasamento temporal entre o início das actividades dos estagiários e dos orientadores da Universidade. Os estagiários iniciam as actividades nas escolas, no início de Setembro, mas os orientadores nunca poderão iniciar as actividades, antes do dia 15 de Setembro (data que marca o início do ano lectivo). Deste modo, as Comissões de Estágio não podem reunir antes dos estagiários iniciarem as suas actividades nas escolas. Por conseguinte, não é possível realizarem a planificação anual das actividades dos núcleos de estágio a seu cargo e elaborar o plano anual de trabalho de cada núcleo (artigo 5.º do Despacho n.º 24973/2002, de 22 de Novembro).

Numa primeira análise, decorrente da experiência na orientação de estágios, podemos destacar dois problemas que têm a ver com a falta de clareza de alguns princípios enunciados no Regulamento e com o incumprimento de outros: a) a ausência de princípios estratégicos comuns na supervisão; b) a desresponsabilização da instituição formadora para com os orientadores da escola.

O estágio é uma ocasião de desenvolvimento profissional, pessoal e social que requer a participação e responsabilização de todos os intervenientes (orientadores da Universidade e das escolas), numa acção conjunta articulada e coerente, em que todos deverão assumir papéis de formadores, promovendo estratégias formativas dinamizadoras da reflexão-acção e da acção-reflexão, tendo a crítica como elemento regulador. Porém, nem todos os orientadores partilham desta noção de supervisão.

A ausência de princípios estratégicos comuns na supervisão não só é responsável pelas diferentes interpretações das competências e funções atribuídas a cada orientador, mas também pela falta de uniformidade nos critérios de avaliação utilizados pelos supervisores.

No que diz respeito às competências dos orientadores da escola, o Regulamento do Estágio remete para a Portaria 431/79, de 16 de Agosto, e restante legislação em vigor. Assim, as competências legalmente definidas são: “assegurar a orientação pedagógico-didáctica dos estagiários a seu cargo” e “participar em outras actividades no seu núcleo de estágio, fixadas pela respectiva comissão de estágio” (alíneas a) e b), do n.º 4, do ponto 12.º). Nalguns casos, esta falta de especificidade nas funções do orientador da escola e o desconhecimento das intenções formativas da instituição de ensino superior conduzem a uma intervenção inapropriada dos orientadores das escolas.

Relativamente às competências dos orientadores da Universidade, o Regulamento dos estágios (Despacho n.º 6/SAC/95, de 3 de Junho) é pouco específico. Estabelece que compete aos orientadores da universidade orientar e acompanhar os trabalhos de preparação e execução das actividades lectivas (conteúdos científicos e métodos pedagógico-didácticos) e das actividades extra-lectivas dos estagiários.

Apesar do enunciado nos parecer claro, existem diferentes interpretações do mesmo, manifestadas nas formas diversificadas como os orientadores assumem a sua função. Alguns orientadores consideram que o acompanhamento, na preparação dos trabalhos, só deve ser feito, quando solicitado pelos estagiários; outros limitam-se a ir constatando o trabalho dos estagiários, sem fazer um acompanhamento sistemático e regulador, denunciando a falta de uma estratégia claramente formativa em relação ao estágio. Alguns consideram que as actividades de acompanhamento devem ser feitas na Universidade, pelo que não se deslocam às escolas; outros remetem o acompanhamento da execução das actividades lectivas para o orientador da componente de Ciências da Educação.

O novo Regulamento veio clarificar as competências dos orientadores da Universidade, ao determinar que o acompanhamento dos estagiários deve de ser feito “através da observação directa de actividades lectivas e de outra natureza e de reuniões de trabalho realizadas nas escolas” (alínea c) do n.º 3, do artigo 6.º). Contudo, não dispomos ainda de informação que nos permita tirar conclusões acerca do efeito prático desta clarificação de competências.

Esta encruzilhada de interpretações contribui para aumentar, ainda mais, a angústia dos estagiários, levando a que cada núcleo se comporte como “uma unidade impositiva, centrado no orientador e na escola, adoptando o estagiário, por questões de avaliação, uma estratégia de sobrevivência profissional” (Lima *et al.*, 1995, p. 162). Estas condutas

adaptativas, que visam a sobrevivência profissional, passam, por vezes, pela imitação de professores admirados, levando ao adiamento de propostas inovadoras sugeridas pela investigação educacional (Sanches e Silva, 1998).

Para além do problema levantado pela falta de clarificação das competências dos orientadores, há uma outra condicionante que tem a ver com um conhecimento deficiente da realidade educativa, para a qual os estudantes devem de ser formados. Para muitos professores do ensino superior, este conhecimento resume-se à sua experiência, enquanto alunos destes níveis de ensino.

No que se refere à avaliação dos estagiários, o Regulamento (anterior e actual) estabelece que compete à comissão de estágios “definir e aplicar os parâmetros de avaliação e os respectivos instrumentos, segundo as orientações do conselho coordenador” (alínea c) do n.º 2, do artigo 5.º); e aos docentes da Universidade de Évora, “avaliar o trabalho desenvolvido pelos estagiários, com base nos parâmetros gerais e específicos definidos e aprovados pelo conselho coordenador” (alínea d) do n.º 3, do artigo 6.º, do Despacho n.º 24 973/2002, de 22 de Novembro).

Até ao ano de 2002, o Conselho Coordenador dos estágios não elaborou um documento orientador da avaliação dos estagiários. Do mesmo modo, a Comissão de Estágio de Biologia e Geologia jamais definiu os parâmetros de avaliação e, por isso, esta tem sido feita segundo critérios pessoais, na maioria das vezes com total desconhecimento dos estagiários e da própria Comissão. Porém, já houve anos em que a Comissão de Estágios desenvolveu alguns esforços, no sentido de conseguir definir parâmetros de avaliação e de serem produzidos instrumentos de avaliação pelas Sub-Comissões das diferentes áreas da especialidade. Contudo, os documentos elaborados por algumas Sub-Comissões nunca reuniram o consenso da Comissão, pelo que, na prática, continuaram a ser utilizados diferentes critérios para avaliação dos estagiários.

Esta situação tem gerado insatisfação nos estagiários, quer porque desconhecem os parâmetros que vão ser utilizados na sua avaliação, quer porque existe uma grande diversidade de critérios, por vezes contraditórios, que aumentam, ainda mais, a subjectividade da avaliação. Sendo o estágio um processo socializador, em que os estagiários estão sujeitos a diversas influências, tais como o seu percurso académico, as experiências de formação, os alunos, a escola, os orientadores, as turmas, a subjectividade está presente.

Contudo, é possível diminuí-la, se todos os orientadores seguirem os mesmos parâmetros de avaliação, desenvolvendo, com os estagiários, um trabalho convergente para um mesmo fim. Neste sentido, a definição de parâmetros e critérios de avaliação, com base no perfil do professor e no(s) nível(is) de escolaridade a que diz respeito, mais do que uma necessidade, é uma exigência que se impõe.

Por outro lado, é necessário tornar a avaliação mais justa, através da aferição de critérios. No ano lectivo de 2002/2003, a Comissão de Estágio tomou uma medida de grande importância, relativamente ao problema de aferição de critérios de avaliação, ao propor a realização de um encontro, antes da reunião de avaliação dos estagiários, entre todos os elementos intervenientes nos estágios, no qual os estagiários de cada núcleo apresentaram um *portfolio* representativo do trabalho realizado ao longo do ano lectivo.

O segundo grande problema de natureza institucional tem a ver com a desresponsabilização da instituição formadora para com os orientadores da escola. Esta desresponsabilização opera-se a dois níveis: por um lado, a Universidade não define as competências dos orientadores das escolas e, por outro, não revela preocupação com a qualidade destes.

A questão em volta dos orientadores da escola é polémica. O Ministério da Educação argumenta que, sendo a entidade empregadora, deverá ter alguma tutela sobre o estágio⁵¹, nomeadamente através dos orientadores das escolas, mas é à Universidade que compete a orientação do estágio, uma vez que este constitui o último ano de uma licenciatura da sua responsabilidade.

Tanto quanto se sabe, há poucos professores qualificados para a supervisão e o seu recrutamento, da responsabilidade das Direcções Regionais de Educação, não segue qualquer critério que passe pela avaliação das suas competências formativas e adequação ao perfil de supervisor, dado que os critérios administrativos se sobrepõem a quaisquer outros.

Sabendo que os orientadores das escolas têm uma importância determinante nos estágios, quer através da influência que exercem sobre a prática dos estagiários, quer através da sua avaliação, que representa 50% da classificação final do estágio, a Universidade tem o dever de intervir, zelando pela qualidade da formação prestada aos estagiários. Esta intervenção deveria passar por uma exigência de professores orientadores qualificados para a

⁵¹ É a Direcção Regional de Educação do Alentejo que estabelece, anualmente, a localização dos núcleos de estágio, sem que haja qualquer tipo de intervenção por parte da Universidade.

supervisão, pois, como sublinha Pérez Gómez (1992), para uma formação de qualidade, é necessária a presença de formadores experientes, capazes de promoverem e desenvolverem um ensino reflexivo, empenhados na inovação educativa e na sua própria autoformação.

A Universidade, através do Conselho Coordenador dos estágios, deveria contribuir para a qualificação destes orientadores, quer promovendo um conjunto de acções de formação ou cursos de especialização, quer promovendo a sua integração em projectos de investigação.

Não podemos deixar de sublinhar a importante discussão nacional sobre a prática profissional (estágio pedagógico), iniciada em 2001 pelo INAFOP, com o objectivo de produzir legislação sobre a matéria, que fosse o resultado de um acordo entre as instituições formadoras e não resultado de uma imposição política decretada por quem, muitas vezes, desconhece a realidade. A Deliberação n.º 515/2002, de 3 de Abril, “Recomendação sobre a componente de prática profissional dos cursos de formação inicial de professores”, foi um importante documento que poderia dar respostas válidas a muitas das questões que o funcionamento dos estágios pedagógicos levantam. Contudo, com a extinção deste organismo institucional, as possibilidades de resolução ficaram adiadas.

5.2.4 – As práticas docentes dos professores formadores como reforço positivo na formação dos futuros professores

Estudos recentes (Álvarez, García e Gil, 1999; Bullaude e Morán, 2001) dão conta de incoerência entre os princípios expressos nos programas de formação de professores e o que os formadores fazem na prática docente. Na verdade, muitas destas práticas, para além de não se aproximarem das que os futuros professores devem vir a utilizar na sua prática pedagógica, ainda constituem verdadeiros obstáculos à aprendizagem significativa, possibilitadora de transferência e aplicação em contextos reais. Daí a importância “da fecundação dos conteúdos científicos com as metodologias de ensino praticadas, como a investigação recomenda e a Lei de Bases do Sistema Educativo consagra” (Trindade, 1996b, p. 132).

O 5.º princípio do artigo 30.º da Lei de Bases do Sistema Educativo determina que a formação de professores deve assentar em práticas metodológicas afins das que o professor vier a utilizar no exercício da docência. No entanto, a experiência tem demonstrado que isto só excepcionalmente acontece (Trindade, 1996c). Formosinho (2001) fala mesmo de um “efeito perverso das práticas docentes dos formadores na formação de professores” (p. 46).

Os resultados de diversas investigações revelam que os professores de ciências possuem concepções e atitudes sobre a ciência, sobre o ensino/aprendizagem das ciências e sobre si mesmos, como professores, algumas anteriores à sua formação inicial e outras adquiridas durante a formação inicial, fruto de experiências vivenciadas enquanto alunos (Mellado Jiménez, 1999). Por conseguinte, quando os estudantes iniciam o curso de professores, possuem um conhecimento experiencial, mais ou menos consolidado, do que é ser aluno e ser professor e do que é a aprendizagem e o ensino, que é transferido para o contexto da formação. Quanto mais as práticas docentes, neste novo contexto, se assemelharem às anteriores, maior será o reforço dos modelos percebidos pelos alunos. Esta questão assume especial importância, quando os professores em formação tomam como referência, positiva ou negativa, os professores que tiveram ao longo do seu percurso discente.

Zeichner e Gore (1990, citados em Rodríguez, 1995), numa revisão da literatura sobre a socialização do professor, distinguiram três momentos: a) antes da educação formal; b) durante a educação formal; c) no contexto profissional. A investigação desenvolvida, no âmbito do estudo dos impactos e consequências dos modelos de formação de professores, revelam uma maior influência do primeiro e do segundo momento, no processo de socialização do professor. Na verdade, “as aprendizagens experienciais e os processos de socialização são tão ou mais importantes para o desenvolvimento humano e profissional como aprendizagens resultantes dos processos estruturados de ensino e de aprendizagem” (Formosinho, 2001, p. 50).

Na sua acção docente, o professor formador, pelo que diz e faz, transmite, inevitavelmente, não só os conteúdos a ensinar, mas também conhecimentos e atitudes sobre o processo de ensino. “Esta transmissão da base de legitimidade profissional ocorre, de forma indirecta ou directa, ao longo de todo o curso” (Formosinho, 2001, p. 47), permitindo

o confronto da prática docente experienciada com a prática docente que, de forma explícita ou implícita, os diferentes professores procuram transmitir.

Por conseguinte, a actuação prática dos formadores deve ser coerente com os modelos teóricos que defendem, pois trata-se de assumir o isomorfismo entre o tipo de ensino utilizado na formação e o tipo de ensino que os futuros professores irão utilizar na docência. Esta necessidade de coerência é justificada por vários autores. Por exemplo, Fernandes (2000) sublinha que os professores “ensinam, em grande parte, como foram ensinados” (p. 52); e Fernández (1994), Pérez Gómez e Gimeno Sacristán (1992) e Mellado Jiménez (1996) afirmam que se tende a ensinar mais como se aprende na escola e na universidade, observando os professores, do que aplicando as ideias aprendidas sobre como se deve ensinar.

Sabendo que os professores-formadores constituem “importantes modelos de aprendizagem da profissão” (Formosinho, 2001, p. 49) e que a formação inicial de professores continua a privilegiar “uma metodologia pedagógica predominantemente expositiva”, parece inevitável que se formem professores “reprodutores de conhecimentos disciplinares e disciplinados” (Fernandes, 2000, p. 52). Por conseguinte, com este processo de socialização não é legítimo esperar que os professores recém licenciados, ou até mesmo no ano de estágio, realizem práticas inovadoras ou diferentes daquelas que sempre viram fazer e com as quais estão perfeitamente familiarizados e à vontade.

Esta caracterização da realidade escolar, segundo Canário (2002), pode ajudar a perceber a estabilidade dos processos escolares que, apesar das reformas, permanecem praticamente na mesma. Com efeito, a inovação nas escolas de ensino básico e secundário só poderá ser uma realidade, quando o for nas instituições de formação (Martins, 2002b).

Está em causa uma mudança na atitude dos professores que têm de ter a plena consciência da existência do currículo oculto⁵² e das suas implicações na formação dos professores. Não poderão ignorar o contexto profissional e as dimensões profissionais no seu ensino e têm de ser aquilo que Formosinho (2001) designa por “formadores assumidos”.

⁵² Formosinho (2001) fala em “currículo ocultado”, porque considera que a grande maioria dos professores está consciente de que a sua actuação pode ser vista como modelo, tanto em termos morais e deontológicos, como em termos didáticos. Porém, é uma área silenciada e não problematizada, raramente discutida em provas de progressão académica, mesmo nas centradas na aptidão para a docência.

5.2.5 – Adequação da formação às necessidades de educação do(s) nível(is) de ensino a que se destina

A lei prevê que os cursos de formação de professores devem estar organizados, de acordo com as necessidades do desempenho profissional, no respectivo nível de educação e de ensino (Decreto-Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro). Contudo, nem sempre os cursos satisfazem esta condição, quer por questões relacionadas com a natureza do curso, quer por questões de organização curricular. Por vezes, as disciplinas que integram o currículo de formação não estão ajustadas ao perfil de professor a formar, nem tão pouco aos objectivos gerais da formação de professores; são antes o resultado de uma necessidade de racionalização de diferentes currículos afins, muitas vezes com objectivos de formação e profissionais bem distintos.

Relativamente à natureza das licenciaturas em ensino, um dos problemas que se coloca é o da especificidade dos cursos, que é uma consequência directa da organização do sistema de ensino em Portugal. A Lei de Bases do Sistema Educativo exige, no 3.º ciclo do ensino básico e no ensino secundário, uma organização curricular de natureza disciplinar, requerendo professores com um adequado nível de especialização, nas áreas disciplinares que são chamados a leccionar. Contudo, a reorganização curricular do ensino básico (Decreto-lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro) aponta para um novo paradigma na formação inicial de professores que não é o do “professor especialista”, mas sim o do “professor generalista”. Deste modo, o “conhecimento do conteúdo” não pode estar limitado ao saber da área de especialidade do curso, mas tem de ser muito mais abrangente e integrador, de forma a garantir uma maior adequação da formação inicial à realidade prática do ensino (Esteve, 1992).

Na verdade, a actual organização curricular do 3.º ciclo do ensino básico criou novas exigências na formação de professores, que requerem uma formação em outras áreas do saber, para além das da sua especialidade: existência de novos objectivos no domínio do saber disciplinar (conhecimentos, competências e atitudes); integração de disciplinas afins em áreas curriculares (a área de Ciências Físicas e Naturais que inclui as disciplinas de Ciências Naturais e de Ciências Físico-Químicas); criação de novas áreas curriculares não disciplinares (Área de Projecto, Estudo Acompanhado, Formação Cívica); formações

transdisciplinares (Língua Portuguesa e Tecnologias de Informação e Comunicação); e abordagem de temas de natureza transversal e integradora (educação para a cidadania, educação para a saúde, educação para os direitos humanos, educação do consumidor, educação ambiental, educação sexual, educação para os media, educação para a prevenção de situações de risco pessoal,...).

Tendo em conta o quadro estabelecido pela Lei de Bases do Sistema Educativo, não só há aspectos comuns às actividades de qualquer professor, seja qual for o nível de ensino, mas também aspectos específicos que devem ter em conta os objectivos de cada nível, bem como as particularidades da faixa etária dos alunos. Consequentemente, as valências profissionais exigidas são necessariamente distintas.

Enquanto que, no ensino básico, os planos de formação colocam a ênfase na “Educação em Ciência”, privilegiando princípios de formação interdisciplinar e integradores, com vista ao desenvolvimento da literacia científica e da formação do cidadão, no ensino secundário, enfatiza-se o “Ensino das Ciências” de carácter mais especializado, tendo geralmente em vista o prosseguimento dos estudos em áreas científicas. (Quadro 9).

Quadro 9

Diferenças entre Educação em Ciência e Ensino das Ciências

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA	ENSINO DAS CIÊNCIAS
<ul style="list-style-type: none">• Reconhecimento da natureza e finalidades da ciência e da tecnologia.• Conhecimento dos processos da ciência.• Compreensão (interpretação) de resultados de experiências simples (a nível elementar).• Conhecimento de domínios científicos básicos.• Consideração pelas relações C-T-S-A.• Desenvolvimento de atitudes positivas para com a ciência e para com a comunidade científica.• Contributos para o desenvolvimento de valores, como: tolerância, rigor, curiosidade, cepticismo, informado, etc.	<ul style="list-style-type: none">• Aquisição de informação específica e especializada.• Compreensão do formalismo científico.• Aquisição e conhecimento da capacidade de aprender e aplicar conhecimento e processos.• Aquisição de capacidade de crítica fundamentada.

Fonte: Adaptado de Trindade (1996b).

A perspectiva mais geral e integradora do ensino básico e a perspectiva mais especializada do ensino secundário implicam uma formação de base claramente diferenciada, tanto na componente da especialidade, como na componente pedagógica. Conciliar, numa licenciatura que habilita para a docência no 3.º ciclo do ensino básico e no ensino secundário, formações para dois níveis de ensino que requererem competências profissionais distintas é um grande desafio.

De um modo geral, devido à forte tradição académica, o paradigma de formação predominante nas instituições de formação é o da “formação de especialistas”, com forte predomínio da componente da especialidade, nem sempre adequada às necessidades da formação.

Tal como as outras universidades portuguesas, também a Universidade de Évora revela este problema. Quando, em 1993, empreendeu a reorganização curricular das Licenciaturas em Ensino de Biologia e Geologia (e também a de Física e Química), criou dois ramos opcionais, a partir do 3.º ano (Ramo de Biologia e Ramo de Geologia, Ramo de Física e Ramo de Química, conforme o curso) revelando preocupação com uma formação mais especializada numa das áreas específicas, mas originando graves lacunas de conhecimentos na outra área do curso.

Na Avaliação Institucional Externa, realizada em 1998, a Comissão de Avaliação chamou a atenção para a necessidade de extinguir estes Ramos opcionais. No seguimento desta avaliação, a Comissão de Curso desenvolveu um processo de revisão do plano de estudos do Curso, no qual este reparo foi contemplado, mas a situação manteve-se. No Relatório de Auto-avaliação de 2001, foi novamente reforçada a necessidade de rever o plano de estudo, de modo a adequar a formação às necessidades dos níveis de ensino a que se destina. Para além da extinção dos Ramos, a maioria dos licenciados (61%) considerou que deveriam ser eliminadas algumas disciplinas de carácter mais teórico e deveriam ser introduzidas outras, como, por exemplo, Técnicas Laboratoriais, Tecnologias de Informação e Comunicação (Gazarini, *et al.*, 2001).

5.2.6 – Perspectivar a formação inicial como a primeira etapa da formação profissional

A formação de professores, como processo de construção e desenvolvimento profissional, tem subjacente duas lógicas, a da formação inicial e a da formação contínua, cuja relação pode ser entendida de dois modos distintos, como etapas independentes ou como um *continuum* de formação profissional (Roldão, 1999). A Lei de Bases do Sistema Educativo determina que a formação de professores deve ser contínua, no sentido que deve complementar e actualizar a formação inicial, numa perspectiva de educação permanente.

Durante décadas, “prevaleceu uma visão dicotómica entre a formação inicial e a formação contínua, sustentada por uma concepção cumulativa do processo formativo encarado como a adição de duas etapas complementares, relativamente estanques, articuladas de modo sequencial e linear” (Canário, 2001, p. 32). Nesta perspectiva, a formação inicial é encarada como a primeira e principal etapa da formação profissional; e a formação contínua, um complemento desta, destinada a corrigir as lacunas e obsolescência dos conhecimentos adquiridos na formação inicial.

Actualmente, considerar a formação profissional como uma sucessão hierarquizada de etapas é negar a continuidade da formação inerente ao ciclo de vida profissional do professor. Numa visão mais actual, a formação inicial “deve de ser encarada enquanto uma primeira etapa de um percurso de educação permanente, não uma meta encerrada em si mesma” (Moreira e Alarcão, 1997, p. 135); deve constituir o “primeiro passo no desenvolvimento da carreira profissional do professor, que terá de prolongar-se por toda a sua vida” (Rodríguez, 1995, p. 66). Nesta perspectiva, a formação inicial marca o início de um percurso de construção profissional, gerido pelo próprio sujeito, em que a formação inicial constitui o ponto de partida para a entrada na profissão, que deverá ser complementada, actualizada e aprofundada noutros momentos de formação formal (contínua e especializada) ou informal (encontros, projectos, seminários, partilha de experiências), ao longo da carreira do professor, numa perspectiva de formação permanente.

Devido à rápida evolução do conhecimento, à complexidade e imprevisibilidade do ensino, a formação inicial de professores é um período de formação não auto-suficiente e com carácter condicionante para a preparação posterior do profissional (Rodríguez, 1995). Na verdade, a maior parte da formação necessária para se ser professor não pode ser adquirida durante a formação inicial (Afonso, 1994), essencialmente por três motivos: a

formação só é possível a partir da acção e dos problemas nela encontrados (Campos, 1987); a duração razoável de qualquer formação inicial não é suficiente para proporcionar todas as competências necessárias ao desenvolvimento da docência (Damião, 1997); e, ainda, porque as necessidades de formação vão surgindo em consequência do rápido desenvolvimento científico, tecnológico, cultural e social, fazendo emergir novas necessidades. Assim, a formação contínua mais que um direito é um dever, uma exigência do mundo moderno que se justifica porque a profissão docente exige uma ampliação constante de conhecimentos e uma abertura permanente à melhoria de competências. Contudo, convém sublinhar que, apesar da “consciência pedagógica contemporânea [dar] o maior relevo à formação contínua” (Patrício, 1987, p. 39), a formação inicial será sempre uma etapa fundamental que permitirá aos futuros profissionais dispor dos elementos necessários para sua consolidação como profissionais (Mingorance, 1993, citado em Rodríguez, 1995).

O reconhecimento de que “a qualidade de ensino é determinada tanto ou mais pela formação contínua dos professores do que pela sua formação inicial” (Gannicott e Throsby, 1994, citado em Delors, 1996, p. 137) tem contribuído para o aumento das exigências de formação contínua. Por esta razão, cada vez mais a tendência deverá ser a de conceber as instituições de ensino superior, não como locais de formação inicial, mas sim como locais de formação permanente que assumem a formação contínua como uma das actividades prioritárias. Esta concepção de formação profissional implica a abertura das fronteiras entre a formação inicial e a formação contínua e a sua articulação funcional, exigindo que estas duas modalidades de formação passem a ser encaradas como processos de um percurso profissional que deverá ser assegurado, de modo integrado, pela mesma instituição de formação.

Os desafios que esta nova visão da formação profissional coloca às instituições são grandes, exigindo mudanças de fundo, na concepção das suas funções, nas políticas de formação, no perfil e formação do corpo docente, no desenho curricular dos cursos e na oferta formativa.

O estágio pedagógico, sendo a última etapa do processo de formação inicial, encerra um ciclo, mas não o processo de formação, devendo funcionar como base para a construção de uma política de formação permanente. Por conseguinte, a grande aposta das instituições de formação deverá ser na criação de mecanismos de acompanhamento no início

da carreira (período de indução)⁵³, na formação contínua e na formação especializada⁵⁴ para o exercício de várias funções.

Para além das áreas de formação especializada definidas pelo Ministério da Educação, as instituições de formação deverão apostar na criação de cursos específicos que possam ir ao encontro das necessidades decorrentes dos actuais currículos em vigor no ensino básico e secundário. Deverão valorizar dimensões curriculares transversais, como por exemplo a Área de Projecto, o Estudo Acompanhado, a Formação Cívica, ou mesmo temas transversais às diversas áreas disciplinares (educação ambiental, educação para a saúde e o bem-estar, educação sexual).

O êxito das propostas inovadoras que surgem no âmbito da educação em ciência depende da capacidade e disponibilidade das instituições formadoras incentivarem a articulação entre a investigação e a inovação, assegurando uma formação inicial de qualidade e garantindo a formação contínua e permanente, para renovar a prática pedagógica.

5.2.7 – Formação científico-pedagógica com ênfase na capacidade reflexiva e nos instrumentos de investigação

Os diversos documentos de política educativa, referentes à formação inicial de professores, apontam para a necessidade de uma formação que coloque ênfase na capacidade reflexiva e nos instrumentos de investigação adequados a uma permanente actualização do

⁵³ Previsto na lei, desde 1986 (Portaria n.º 352/86, de 8 de Julho), para os educadores de infância e para os professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, referido no Decreto-Lei n.º 344/89, de 11 de Outubro, para todos os níveis de ensino, mas que, até ao momento, ainda não foi concretizado.

⁵⁴ A criação de cursos de especialização, prevista no artigo 33.º da Lei de Bases do Sistema Educativo, foi retomada pelo Decreto-Lei n.º 344/89, de 11 de Outubro, que estabelece que a formação especializada para o exercício de funções de natureza pedagógica e administrativa é adquirida através da realização de cursos de especialização de nível pós-graduado. O Estatuto da Carreira dos Educadores de Infância e dos Professores dos Ensinos Básico e Secundário, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 139-A/90, de 28 de Abril, alterado pelos Decretos-Lei n.º 105/97, de 29 de Abril e n.º 1/98, de 2 de Janeiro, distingue as modalidades de formação do pessoal docente e refere novamente a formação especializada como uma modalidade de formação, a par da formação inicial e da formação contínua, atribuindo-lhe o objectivo de qualificar os docentes para o desempenho de funções ou actividades educativas especializadas. Finalmente, o Decreto-Lei n.º 95/97, de 23 de Abril, estabelece o regime jurídico da formação especializada, definindo o âmbito desta, o processo de fixação dos perfis de formação, os princípios gerais a que devem obedecer os cursos e a metodologia de acreditação dos cursos. Neste diploma, são consideradas as seguintes áreas de formação especializada: educação especial, administração escolar e administração educacional, animação sócio-cultural, orientação educativa, organização e desenvolvimento curricular, supervisão pedagógica e formação de formadores, gestão e animação da formação, comunicação educacional e gestão da informação. Os perfis da formação especializada, em cada uma destas áreas, encontram-se definidos no Despacho conjunto n.º 198/99, de 3 de Março.

saber. A sociedade contemporânea exige professores conscientes dos problemas que delas emergem, não só com capacidade para acompanhar o progresso científico e tecnológico, as modificações da realidade natural e social, mobilizando diferentes fontes de conhecimento, que vão desde o conhecimento científico e tecnológico, até à própria realidade social, mas também com capacidade de agir numa perspectiva de transformação positiva, à luz da leitura crítica da realidade social e educativa.

Nas sociedades contemporâneas, o volume de informação cresce exponencialmente, em cada sete anos, e o capital de conhecimentos da humanidade duplica (Landsheere, 1996). Assim, a rapidez com que a ciência e a técnica evoluem, faz com que os conhecimentos se tornem desactualizados, num curto período de tempo. Para dar resposta a este problema, é necessário “transformar sistemas formativos que funcionam tradicionalmente segundo uma lógica cumulativa de informação, em sistemas formativos orientados para a produção de saberes, privilegiando os processos de tratamento e mobilização da informação” (Canário, 2001, p. 36). Porque o paradigma dominante é construtivista, recusa-se um modelo de formação “magistro-centrado”, assente numa pedagogia de transmissão de conhecimentos, em favor de um modelo “sócio-centrado”, assente numa pedagogia de construção de conhecimentos (Reimão, 2001).

As funções docentes desenvolvem-se em determinados contextos relacionais com características únicas, em que intervêm inúmeras variáveis e em que é impossível prever todos os seus aspectos. Por conseguinte, a formação inicial de professores não deverá seguir princípios pragmáticos, directamente orientados para a eficácia do exercício profissional no plano técnico. Quer a formação académica, quer a formação prática não deverão estar limitadas a uma compilação de teorias e princípios, nem a uma iniciação prática baseada na aplicação dos métodos e técnicas – visão tecnicista de formação de professores. A competência no ensino passa não só pela capacidade científica e técnica, mas também pela capacidade de se adaptar à diversidade e ao inesperado (Machado, 2003).

Somente uma formação que privilegie a investigação e a inovação poderá preparar professores para actuarem em contextos educativos caracterizados pela complexidade, imprevisibilidade e especificidade (Damião, 1997). Assim, a formação inicial de professores deverá ser, sobretudo, uma aquisição de modos de pensar e de agir, que permitam uma atitude reflexiva e crítica dos objectivos, meios e resultados do processo educativo,

contribuindo para uma actuação mais eficiente, perante a diversidade de contextos em que ocorre a função docente.

Canário (2002), numa análise sobre a formação de professores, chama a atenção para a necessidade de rever os actuais sistemas de formação profissional, postos em causa pela evolução que, nos últimos anos, se tem registado no mundo do trabalho e no mundo da formação profissional. Este autor salienta o enfraquecimento dos dois pilares (adequação e adaptação funcional) que asseguravam a “relação de *previsibilidade*” entre a formação e o mundo do trabalho. A instabilidade e a evolução imprevisível dos mercados de trabalho não permitem a concepção de planos de formação capazes de responder às suas necessidades, pondo em causa o modelo de adequação. De igual modo, o modelo da adaptação funcional, assente no pressuposto de que a relação entre a formação e o desempenho profissional é “adaptativa, instrumental e funcional”, permitindo uma “transferência quase automática das aquisições realizadas durante a formação, para o ‘posto de trabalho’”, é revelador de grande ingenuidade, pois os contextos profissionais não são estandardizados, mas sim diversificados e indeterminados, inviabilizando qualquer tentativa de transferência directa de conhecimentos.

Marcelo García (1989) atribui às instituições de formação três funções básicas: preparação profissional, certificação e agente de mudança e inovação do sistema educativo (citado em Rodríguez, 1995). Contudo, em Portugal, os sistemas formativos só têm assumido as duas primeiras funções, pois o paradigma transmissivo que tem dominado os cursos de formação de professores não é compatível com a função dinamizadora de mudança e de inovação.

Podemos admitir, analiticamente, que a escola pode desempenhar um papel de reprodução e de adaptação da estrutura social a uma dada situação, um papel de produção de mudanças sociais, e que cada um destes modos de funcionamento coloca à formação de professores problemas qualitativamente diferentes (Correia, 1991). É nesta tripla missão que se joga o papel do professor do século XXI, como sublinha Roldão (1998, citado em Roldão, 2001): o professor é o representante da sociedade, por ela encarregado de transmitir conhecimentos e valores que esta vem acumulando ao longo dos séculos e no momento valoriza. Mas é também o co-construtor dessa mesma sociedade, ser pensante, crítico, interventor, co-responsável pela evolução da mesma e mobilizador de novos olhares perante as mutações em presença.

5.2.8 – Adequar a formação profissional às novas funções e papéis dos professores

A multidimensionalidade do processo de ensino/aprendizagem, onde se incluem conhecimentos, capacidades, atitudes e valores, a heterogeneidade dos públicos escolares e a multiplicidade de funções e tarefas que o professor tem de desempenhar nas escolas (docência, apoio social, gestão e administração escolares, tutoria, coordenação disciplinar, animação da escola e de tempos livres dos alunos) exigem uma formação profissional, em múltiplas vertentes. Os cursos de formação não podem preparar apenas para a docência, ao nível exclusivo de uma disciplina ou grupo de disciplinas; têm de “preparar o professor, não apenas para o exercício técnico-pedagógico, no quadro da formação científica e da didáctica específica, mas para o desempenho de um papel activo, mais global e com um campo interventivo muito mais lato do que a sala de aula” (Rodrigues e Esteves, 1993, p. 41).

De um modo geral, as instituições de formação de professores têm subestimado estas exigências. Revelam um enorme conservadorismo, não procurando adaptar os planos de formação às mudanças que vão ocorrendo e determinam novas necessidades nos professores, nas escolas, e na sociedade, realizando assim uma formação de professores, por vezes, desajustada às necessidades reais do sistema educativo.

Shön (1992) fala em crise de confiança, na preparação dos profissionais de ensino e nas instituições de formação, incapazes de proporcionar o que necessitam os futuros profissionais, existindo uma total desconexão entre a ideia de conhecimento profissional que prevalece nas instituições formadoras e as competências que são exigidas aos profissionais no terreno da realidade (citado em Rodríguez, 1995, p. 25).

Actualmente, mais do que em qualquer outra época da nossa história, os professores têm uma maior responsabilidade perante a sociedade, pois têm de preparar os alunos para um mundo que virá a ser inevitavelmente diferente do seu. Esta missão não é compatível com o professor técnico, especialista numa área do saber. O professor de hoje tem de ser, sobretudo, um formador com função socializadora, membro de uma “comunidade de convivência personalizante” (Abreu, 1974, p. 26), um profissional do desenvolvimento humano, de si próprio e dos alunos.

O professor do século XXI deve possuir “a capacidade e as competências para dinamizar e potencializar as capacidades e interesses dos seus alunos, dentro da sala de aula e fora dela, de intervir criticamente e de modo criativo na vida da comunidade educativa a

que pertence, de facilitador, reflexivo, das aprendizagens e de garante da formação e de desenvolvimento do espírito democrático e da formação cívica e moral dos seus estudantes” (Trindade, 1995, p. 402).

As instituições de formação têm de reconhecer as escolas como verdadeiros centros de formação, onde os formandos podem conhecer e experimentar diferentes actividades de participação e intervenção, em diferentes contextos (na turma, na escola e na comunidade). A vivência de experiências concretas e diversificadas da realidade educativa permitem que o futuro professor, desde cedo, tome consciência das diferentes dimensões da função docente. Assim, a prática pedagógica deverá incluir actividades que incidam nas diferentes funções que o professor pode desempenhar na escola. Primeiro, podem ser actividades de observação e realização de pequenas investigações no terreno; depois, actividades em que os alunos tenham de assumir pequenas responsabilidades, colaborando com vários agentes educativos no desempenho de diferentes funções; finalmente, no ano de estágio, os formandos, para além de assumirem total responsabilidade pela docência, devem poder partilhar responsabilidades com outros docentes, em algumas funções não lectivas.

5.2.9 – Dotar o corpo docente da formação inicial com professores formadores.

Algumas investigações referem que os docentes do ensino superior carecem, frequentemente, de formação especializada para as funções que desempenham, ao nível da formação inicial de professores. Muitos desconhecem as necessidades dos alunos/futuros professores, bem como os contextos reais de ensino, e manifestam atitudes negativas, face aos alunos e, por vezes, ao próprio curso (Estrela *et al.*, 2002).

As instituições formadoras ainda têm de percorrer um longo caminho, até serem capazes de constituir uma cultura de formação profissional de professores no ensino superior, que proporcione aos futuros professores a preparação de que estes necessitam, para responder aos previsíveis desafios com que se defrontarão no exercício da profissão.

A formação de professores exige um corpo docente constituído por profissionais com elevado nível de formação científica, humanística e pedagógica. Trindade (1996b) sublinha que o actual sistema de recrutamento não satisfaz as necessidades dos programas de

formação que temos, defendendo que os formadores deviam poder exercer (se o desejassem) desempenhos profissionais, nos níveis de ensino em que estão a formar professores, e deviam possuir, obrigatoriamente, formação pedagógica.

De um modo geral, a formação inicial de professores é realizada em instituições de formação, onde a maioria dos seus docentes são especialistas numa dada área científica e/ou tecnológica, sem qualquer formação pedagógica. Esta questão tem vindo a ser debatida nos últimos anos, em consequência da avaliação⁵⁵ dos diversos cursos, em diferentes instituições, cujos resultados apontam para uma necessidade de rever a política de formação dos docentes do ensino superior, em particular no que diz respeito à sua formação pedagógica. De facto, como refere Cachapuz (2001), na universidade portuguesa não existe “uma política clara, assumida e mobilizadora da formação do pessoal docente no que à formação pedagógica diz respeito” (p. 57).

Na década de 1970, instalou-se nas universidades uma cultura académica de natureza investigativa, que veio romper com uma cultura académica de ensino. Por conseguinte, as universidades sofreram profundas transformações, passando de instituições de ensino a instituições de investigação. O prestígio das universidades, que durante séculos esteve associado à sapiência dos seus “mestres”, passou a estar dependente da produção científica.

Actualmente, está profundamente enraizada, nas universidades do mundo inteiro, uma cultura académica que considera a investigação a tarefa primeira e a mais nobre da universidade. Sobre a função docente prevalece a visão redutora de que, “no perfil do professor, apenas conta a dimensão científica” (Patrício, 2001, p. 78), apoiada na ideia que o ensino é uma actividade natural que dispensa qualquer formação específica, valendo-se, exclusivamente, de um determinado corpo de conhecimentos científicos (Nóvoa, 1997).

De facto, são muitos os docentes do ensino superior que partilham a crença de que, para se “ser professor”, é suficiente possuir conhecimentos da matéria a ensinar; e de que “ser bom professor” depende da experiência e das qualidades pessoais, desenvolvidas através de um processo autodidacta de ensaio e erro (Mellado Jiménez, 1999). Por conseguinte, a estratégia dominante na formação do corpo docente do ensino superior tem sido a “auto-formação” (Cachapuz, 2001) que, por ser individualista e não sujeita aos processos de socialização do conhecimento, tem tido resultados pouco satisfatórios.

⁵⁵ Em 1994, sob proposta do Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas, teve início o processo de avaliação dos cursos ministrados nas instituições do ensino superior, cujo primeiro ciclo terminou em 2000. Nesta avaliação, foram abrangidos 377 cursos, envolvendo 44 Comissões Externas, constituídas por 384 peritos, incluindo 77 estrangeiros (Reimão, 2001).

A política educativa para o ensino superior aponta no sentido de garantir uma formação científica de alto nível ao pessoal docente de carreira, à custa da sobrevalorização da investigação. A progressão na carreira e o prestígio académico dependem, quase exclusivamente, da função investigativa. A docência, sendo outra das funções do professor universitário, é secundarizada, já que as inovações pedagógicas raramente são avaliadas e frequentemente são ignoradas. Os *curricula vitae* e os relatórios de nomeação definitiva de docentes que não estão relacionados com a área das Ciências da Educação dão-nos uma ideia de como a cultura académica e o processo de regulação da carreira docente subvalorizam a vertente pedagógica.

Num Seminário organizado, em 17 de Janeiro de 2002, pelo Conselho Nacional de Educação, subordinado ao tema “Sucesso e Insucesso no Ensino Superior”, a maioria dos intervenientes defendeu a ideia de que a investigação científica realizada pelos docentes do ensino superior não pode penalizar a necessária qualificação pedagógica dos mesmos, como tem acontecido até aqui. Leandro de Almeida (CNE, 2002) salientava que a falta de preparação pedagógica dos docentes do ensino superior condiciona a forma como as aulas e os currículos estão organizadas, afectando negativamente o desempenho dos estudantes.

A docência é uma actividade complexa e exigente, que se desenvolve numa esfera tridimensional. Requer conhecimentos científicos da área de especialização, em torno dos quais se desenvolvem os trabalhos de investigação; conhecimento das ciências da comunicação humana que permitam interagir com eficácia; e conhecimentos em ciências da educação, nomeadamente de didáctica, que promovam e facilitem a aprendizagem dos alunos. A intersecção destes três domínios permite a criação de condições, para que os alunos se desenvolvam, cresçam, sejam e se realizem como pessoas, cidadãos e profissionais, promovendo o processo educativo ao nível mais elevado (Dias, 2001).

Enquanto a função docente estiver confinada, exclusivamente, à competência científica e não for dado o tempo, a importância e a dedicação exigidas às outras dimensões, não será possível ter um ensino superior de qualidade. Por conseguinte, é necessário valorizar a função docente na progressão académica, reforçando a dimensão pedagógica, ao longo do percurso académico. O actual paradigma da educação exige mudanças profundas na cultura académica, na concepção da função docente, nas atitudes e práticas dos docentes e

nas condições para que a docência e a investigação sejam consideradas e avaliadas, em paralelo.

O momento é de equivalência, conciliação e integração. Porque investigar e ensinar são duas funções que se equivalem, “como processo de realização humana e de serviço comunitário” (Dias, 2001, p. 70). Estas duas funções podem e devem ser exercidas de forma integrada. Se a cultura académica sobrevaloriza a investigação, então vamos transferir a investigação para a sala de aula. Passamos de uma pedagogia de ensino para uma pedagogia de pesquisa e investigação, o que acontece, “quando o professor se despe da postura professoral ou magistral de quem sabe, e assume perante os alunos a atitude humilde de quem não sabe, e está consciente de que anda à procura e convida os alunos a participar nessa mesma tarefa” (Dias, 2001, p. 70).

Um dos efeitos da Lei da Autonomia das Universidades (Lei n.º 108/88, de 24 de Setembro) foi a sobreposição da quantidade, relativamente à qualidade. O poder das universidades passou a ser determinado pela quantidade: maior quantidade significa mais poder e poder é condição de sobrevivência. Porém, actualmente, as instituições de ensino superior estão sujeitas a enormes pressões que tendem a contribuir para uma mudança nesta política. Referimo-nos à exigência da qualidade das formações que realizam e à crescente competitividade que não se restringe ao espaço nacional. Neste sentido, Simão (2001) afirma que “a situação actual exige que o ensino superior seja repensado no quadro de uma visão estratégica que imprima às instituições maior competitividade perante uma sociedade dominada pela economia do conhecimento” (p. 109). Por conseguinte, a sobrevivência das instituições de formação passará a depender dos níveis de competência e qualidade atingidos nas duas dimensões do ensino superior, a investigação e o ensino.

Se a investigação é condição de vida das universidades, cada docente, isoladamente ou em equipa, tem de criar e/ou recriar conhecimento, mantendo uma atitude activa perante o saber. Consequentemente, o conhecimento produzido, quer no meio interno, quer no meio externo, tem de ser difundido interna e externamente. Esta difusão exige do professor um nível de competência tão elevado, quanto o trabalho de investigação realizado, pois o modo como fizer essa difusão irá determinar o seu prestígio e o da instituição que serve.

As políticas educativas para a Europa têm contribuído para o reconhecimento da importância da formação didáctica do professor e por isso, algumas universidades começam a promover iniciativas nesse sentido. A este propósito, Cachapuz (2001) refere que na Europa do Norte, têm sido desenvolvidos alguns programas de formação que, embora apresentem entre si diferenças, geralmente determinadas pelos problemas e contextos em que se inserem, têm em comum a perspectiva do professor reflexivo, investigador do seu próprio ensino, “cujo principal valor heurístico é o de articular, de modo inovador, ensino com investigação” (p. 59). Estes programas que podem ser definidos pelo trinómio acção-reflexão-acção, são desenhados, no conteúdo e na forma, para promover e apoiar a reflexão autocrítica de cada docente sobre as suas práticas e posterior transferência dos resultados dessa reflexão para a prática, de forma inovadora.

Em Portugal, o primeiro passo, para promover actividades de formação de professores do ensino superior, surgiu em 1990, com a tentativa de criar uma rede de formação de pessoal do ensino superior, que acabou por não resultar. Nos últimos tempos, algumas universidades, por exemplo a Universidade de Aveiro, a Universidade Nova de Lisboa e a Universidade Técnica de Lisboa, realizaram iniciativas neste âmbito, mas têm-no feito de forma ocasional, pouco sistemática e até incipiente (Cachapuz, 2001). Também a Universidade de Évora tem promovido alguns cursos de formação pedagógica para o pessoal docente da instituição.

Consideramos que a formação e a avaliação pedagógica dos docentes do ensino superior deverão ser uma prioridade das instituições de ensino superior. Efectivamente, a necessidade de obterem formação pedagógica ligada à sua prática docente e a exigência de que a avaliação, ao longo da sua carreira de docentes e investigadores, tenha estes aspectos em consideração, de forma mais efectiva, são factos cada vez mais consensualmente aceites pelos docentes deste nível de ensino (Santos, 2005).

Assim, cada instituição de ensino superior deve proporcionar aos seus docentes programas de formação pedagógico-didáctica, ligados ao contexto científico em que vão leccionar. A participação dos docentes nestes programas deveria ser incentivada, por exemplo, através da redução do serviço docente e do reconhecimento e valorização na carreira académica. Cachapuz (2001) defende que a problemática do “aperfeiçoamento pedagógico” dos docentes do ensino superior deve ser abordada, de forma inovadora, no quadro institucional da autonomia universitária e na perspectiva da formação permanente,

metodologicamente articulada com os resultados da avaliação dos cursos e como instrumento estratégico de mudança.

5.3 – Algumas Recomendações

A análise efectuada à Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia permitiu-nos identificar um conjunto de limitações e insuficiências, tanto no plano organizacional, como no plano funcional, quer nas suas dimensões teórico-prática, como científico-pedagógica, que nos levaram a formular algumas recomendações, organizadas em cinco áreas: a) recursos humanos; b) currículo de formação; c) organização da formação; d) requisitos institucionais; e) política educativa.

Estas recomendações inserem-se no quadro das orientações legais estabelecidas para a formação inicial de professores. Referem-se ao curso em geral, mas damos particular relevância ao estágio.

5.3.1 – Recursos humanos

Quanto aos recursos humanos, importa salientar a necessidade de dotar o corpo docente, com conhecimentos da área das Ciências da Educação, nomeadamente de didáctica, de comunicação e expressão e de avaliação. Esta medida tem em vista um perfil de professor que às competências científicas alie competências pedagógicas e competências investigativas sobre situações concretas de ensino; em que não seja um mero transmissor, mas sim um inovador e transformador de realidades. Será “necessário consolidar a comunidade científica nacional no domínio das Ciências da Educação, adoptando uma estratégia integrada de formação metodológica dos docentes universitários e das escolas superiores de educação” (SPCE, 1995, p. 537). Neste sentido, consideramos que as universidades devem criar estruturas internas destinadas à formação pedagógica dos seus docentes e, paralelamente,

recriar uma rede nacional de formação, com funções de apoio, coordenação, promoção e difusão dos programas de formação propostos pelas diferentes instituições de formação.

Para além destas medidas, cada instituição deveria fazer o levantamento das necessidades de formação do seu corpo docente, à semelhança do que é feito noutros níveis de ensino, para assim se poderem criar programas coerentes com as necessidades e realidades de cada contexto formacional.

Em relação aos professores que desempenham funções de supervisão (orientação dos estágios), quer da instituição de formação, quer da escola, consideramos essencial que possuam formação adequada no âmbito da supervisão, nomeadamente na área do diagnóstico de necessidades dos formandos, de estratégias de supervisão estimuladoras da reflectividade dos estagiários, da observação e análise de práticas docentes, de desenvolvimento de projectos, de aprendizagem cooperativa e de avaliação. Esta formação é essencial para garantir uma visão mais uniforme e coerente das competências do orientador (supervisor), independentemente da sua área de especialização.

Por outro lado, consideramos que a presença mais assídua dos orientadores, sobretudo da Universidade, no local de estágio, é fundamental para garantir um acompanhamento mais regular da actividade dos estagiários, uma intervenção mais fundamentada e uma avaliação mais rigorosa.

5.3.2 – Currículo de formação

No que se refere ao currículo de formação da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia, fazemos as seguintes recomendações/sugestões:

1. Conceber o currículo em termos de “projecto de formação”, em que os objectivos, os conteúdos, as metodologias, a avaliação e os recursos tenham como referencial as competências estabelecidas no perfil de desempenho profissional.
2. Reduzir a atomização disciplinar, através de uma maior integração horizontal e vertical das disciplinas que integram o plano de estudos. A investigação mostra que uma formação de professores centrada em abordagens

fragmentadas tem pouco efeito nas suas práticas. Pelo contrário, abordagens mais holísticas e sistémicas, centradas em problemas que sirvam como base da investigação colaborativa, são essenciais para que a renovação no ensino ocorra e possa ser mantida (Dana *et al.*, 1998).

3. Prever espaços de articulação com o curso de Física e Química, tendo em vista a realização de actividades conjuntas de integração de saberes, úteis no trabalho profissional posterior.
4. Garantir uma maior adequação dos conteúdos da formação inicial à realidade prática do ensino, quer através de uma maior presença, nos programas das disciplinas do curso, de temáticas científicas que constituem conteúdos curriculares do ensino básico e secundário; quer pela inserção das dimensões epistemológica e histórica; quer, ainda, pela inclusão de disciplinas ou conteúdos disciplinares que abordem as áreas de natureza transversal e integradora (a Área de Projecto, o Estudo Acompanhado e a Formação Cívica) e temas transversais às diversas áreas disciplinares (a educação para os direitos humanos, a educação ambiental, a educação para a saúde, a educação sexual, a educação para a prevenção de situações de risco pessoal).
5. Preparar os professores para a realidade escolar. Para além de saberem utilizar recursos e equipamentos sofisticados e uma tecnologia avançada, têm de dominar as técnicas e metodologias mais elementares, bem como saber aproveitar e manusear materiais simples (Trindade, 1996b), muitos deles de consumo corrente, de fácil aquisição e pouco dispendiosos. Os professores têm de estar preparados para trabalhar em escolas mal equipadas, que dispõem de poucos recursos, constituindo um apelo constante à criatividade e ao poder de improvisação.
6. Revalorização da dimensão prática da formação profissional, reconhecendo a prática pedagógica não como “espaço de aplicação”, mas sim como espaço de construção de saberes, que favoreça a articulação entre as componentes científica e pedagógica e a teoria e prática. No quadro de um perfil de desempenho profissional centrado em competências, é no contexto da prática pedagógica que se avalia o desempenho.

5.3.3 – Organização da formação

É sabido que os actuais modelos curriculares de formação inicial de professores pecam pela excessiva departamentalização e pela conseqüente ausência de integração interdisciplinar. Por conseguinte, a prioridade vai para a necessidade de romper as barreiras da comunicação inter e intra-departamental, promovendo a desejável articulação entre as áreas departamentais e entre os docentes de cada área, no sentido de desenvolver um ensino coerente com as finalidades da formação e a filosofia do curso. Esta perspectiva impõe uma reconceptualização da formação inicial num projecto de formação que favoreça o trabalho colaborativo entre todos os docentes que intervêm na formação dos futuros professores, nomeadamente através do desenvolvimento de projectos de investigação interdisciplinar, contextualizados e negociados, a concretizar pelos estudantes.

Esta é uma realidade que poderia ser corrigida, se fossem seguidas as orientações dos Padrões de Qualidade da Formação Inicial de Professores do extinto INAFOP.

5.3.4 – Aspectos institucionais

Consideramos que devem ser tomadas diversas medidas que contribuam para a criação de uma verdadeira cultura de formação profissional na formação inicial de professores:

1. Criação de mecanismos de avaliação interna, que permitam identificar, recolher e trabalhar informação sobre a consecução dos princípios e objectivos da formação. Este processo deve envolver órgãos de gestão, corpo docente, alunos e, ainda, outras partes interessadas, como os professores orientadores das escolas cooperantes e associações de professores. De entre os vários intervenientes do processo, os alunos devem ser uma peça fundamental na tomada de decisões sobre a implementação e avaliação do curso que frequentam.
2. Articulação orgânica entre a formação inicial e a formação contínua, através da criação de cursos de pós-graduação e cursos de especialização, que

permitam o aprofundamento de algumas temáticas abordadas na formação inicial e de outras completamente novas; que satisfaçam as necessidades de qualificação específica, para o desempenho de diferentes funções; e que possibilitem a realização de estudos e investigações educacionais.

3. Criação de centros de recursos que coloquem à disposição dos professores informação, trabalhos de investigação, trabalhos de estágio e outros materiais de apoio produzidos no âmbito de diversas disciplinas, com relevância para a prática docente.
4. Promover a prática pedagógica contextualizada, ao longo do curso, através da criação de condições de observação, formação e de investigação, nos diversos contextos em que se desenvolve a actividade do professor, para que este possa contactar com todas as dimensões da sua intervenção na escola, e não apenas com o trabalho na sala de aula.

No que se refere especificamente aos estágios, destacamos as seguintes recomendações:

1. Integração dos orientadores das escolas em equipas de investigação da instituição de formação, de modo a: a) aproximar as culturas organizacionais, científicas e pedagógicas destes dois meios de formação; b) garantir a sua fixação na função de orientador, com a inerente potenciação dos investimentos na sua qualificação; c) assegurar um maior comprometimento com os princípios estratégicos de formação inicial, defendidos pela instituição.
2. Promover uma formação interactiva dos professores, onde todos os intervenientes (orientadores das Ciências da Educação, orientadores das ciências da especialidade, orientadores da escolas e professores estagiários) tenham oportunidade de reflectir e agir na construção dos saberes necessários a uma boa formação científica e pedagógica).
3. Estabilização do corpo docente que integra as Comissões de Estágio. Esta estabilidade seria fundamental, por um lado, para que as comissões pudessem iniciar as actividades mais cedo, permitindo a realização da planificação anual das actividades dos núcleos de estágio a seu cargo e a elaboração do plano

anual de trabalho de cada núcleo; por outro, porque iria permitir a continuidade de projectos de investigação.

4. Celebração de protocolos explícitos entre a instituição de formação e as escolas, que clarifiquem as responsabilidades que cada um dos intervenientes deverá assumir no quadro da orientação dos estágios, contribuindo para uma intervenção mais articulada dos diversos supervisores, quer nas actividades de supervisão, quer no planeamento e concretização de projectos de investigação⁵⁶.
5. Definição clara das competências dos estagiários, assegurando critérios de avaliação homogéneos, nomeadamente através da concepção de instrumentos de avaliação rigorosos e objectivos que podem ser distintos em função das especificidades de cada componente, mas articulados e coerentes com um projecto de formação comum.
6. Organização de cursos de especialização no âmbito da supervisão, destinados a todos os orientadores da Universidade e das escolas, que possam contribuir para uma actuação baseada em princípios estratégicos comuns.
7. Nomear os orientadores da Universidade com conhecimento aprofundado dos contextos educativos em que os estagiários desenvolvem as suas actividades e com maior qualificação na área da supervisão. Quando for necessário recorrer a colaboradores devem, ser utilizados mecanismos de selecção claros e rigorosos, apoiados na competência e desenvolvimento profissional.
8. Maior envolvimento de todos os intervenientes nos estágios, nomeadamente através da organização de seminários que aproximem o quotidiano dos professores estagiários da investigação epistemológica desenvolvida na Universidade, de encontros para debates e partilha de experiências (esta partilha de experiências será particularmente útil, para aferir a avaliação dos estagiários dos diferentes núcleos).

⁵⁶ Estes projectos devem desenvolver-se num trabalho colaborativo de professores estagiários, professores das escolas e docentes universitários. Podem servir para desenvolver, colocar em prática e analisar os resultados de propostas inovadoras de ensino/aprendizagem e de práticas de formação profissional.

5.3.5 – Política educativa

Relativamente à política educativa, consideramos necessário:

1. Assegurar condições para uma melhor qualificação profissional, mediante a implementação do período de “indução profissional”⁵⁷ e do “período probatório”⁵⁸. Em ambas as situações, o professor desenvolve prática autónoma, assumindo as responsabilidades inerentes à docência e comuns aos restantes professores. O período de indução é um período de formação que faz a transição da formação inicial para a formação contínua e é assegurado pelas instituições de formação⁵⁹. O período probatório é, sobretudo, um período de avaliação que se destina a verificar a adequação profissional do docente às diferentes funções a desempenhar, sendo a avaliação assegurada por um docente de nomeação definitiva do respectivo estabelecimento de ensino.
2. Retomar todo o trabalho desenvolvido no âmbito do processo de Acreditação, no sentido da afirmação: de um quadro filosófico e conceptual para a formação de professores e educadores em Portugal; de um conjunto coerente de padrões de qualidade para essa formação; e da identificação de um corpo de competências fundamentais para a acção educativa e para a consolidação de uma profissionalidade docente.
3. Maior responsabilização conjunta das instituições de ensino superiores e do Ministério da Educação, quer ao nível da localização dos núcleos de estágio, quer ao nível da selecção e recrutamento dos orientadores das escolas. A instituição de ensino superior deve assegurar-se de que as escolas dispõem de recursos humanos e materiais que permitam uma formação de qualidade e de que oferecem condições de trabalho semelhantes para todos os estagiários.
4. Atribuição do número de horas para acompanhamento dos estágios, em função do número de estagiários de cada núcleo e da respectiva localização.
5. Integração da formação inicial num quadro geral que perspetive o desenvolvimento do professor ao longo da vida, incluindo, necessariamente,

⁵⁷ Previsto no artigo 26.º do Decreto-Lei n.º 344/89, de 11 de Outubro, mas ainda não implementado.

⁵⁸ Previsto no artigo 32.º do Decreto-Lei n.º 1/98, de 2 de Janeiro, mas ainda não implementado.

⁵⁹ Este período destina-se “a professores recém-formados que, tendo completado todos os requisitos necessários à habilitação profissional para a docência (inclusive a prática pedagógica e/ou estágio pedagógico), se encontrem no seu primeiro ano de serviço” (Ribeiro, 1989, p.9).

um acompanhamento específico nos primeiros anos de docência (ano de indução) e modalidades diversas de apoio noutros momentos da vida profissional.

6. Implementação de “um sistema de avaliação e de controlo que permita diagnosticar e remediar as dificuldades, e em que a inspecção sirva de instrumento para distinguir e encorajar o ensino de qualidade” (Delors, 1996, p. 140).
7. Implementar um esquema estável de selecção plurianual, por concurso, dos docentes responsáveis pelo acompanhamento e supervisão dos estágios nas escolas (com requisitos, direitos e deveres claramente definidos), de modo a que esta função seja valorizada no âmbito da carreira docente.
8. Constituição de associações e parcerias entre as instituições formadoras e escolas da respectiva área de influência, que permitam a criação de verdadeiras Comunidades de Desenvolvimento Profissional (CDP), interligando a formação inicial com a formação contínua e a reforma das escolas com a reforma na formação de professores, reunindo as condições favoráveis à realização da prática pedagógica e ao desenvolvimento da investigação educacional “centrada em problemas pedagógicos reais, sobre os quais se promove o diálogo, a reflexão, a investigação, colaborativa e a construção do desenvolvimento profissional dos intervenientes” (Dana *et al.*, 1998, p. 123).

Estas parcerias podem seguir duas vias: a criação da rede de escolas associada às instituições formadoras e a criação de escolas-piloto, anexas às instituições formadoras, à semelhança do que acontecia com as escolas normais do magistério primário. Os argumentos a favor das escolas-piloto são vários: a) não apresentam as limitações institucionais que, nas outras escolas, impedem os futuros professores de praticar todas as competências que fazem parte do seu perfil; b) podem funcionar como centro de investigação e experimentação pedagógico-didáctica, para professores e alunos; c) teriam sempre vagas para os estagiários.

Apesar das vantagens apontadas para as escolas-piloto, a constituição das redes de escolas, para além de estar prevista na lei (Decreto-Lei n.º 344/89, de 11 de Outubro), é a via mais fácil de concretizar e também a que reúne maior consenso na comunidade educativa. A

pluralidade e a diversidade de escolas que integram a rede permitem que os alunos contactem, ao longo do curso, com uma maior diversidade de contextos educativos, constituindo uma mais valia na sua formação (Blanco, 1977, citado em Pacheco e Flores, 1999).

Estas recomendações são o resultado de um conjunto de reflexões que visam a problematização, o debate e a busca de soluções que dêem um novo fôlego à formação de professores em Portugal. Neste sentido, a Declaração de Bolonha constitui um excelente pretexto, para iniciar este processo de reflexão e reorganização dos cursos de formação inicial de professores e se poder avançar para uma formação com melhor qualidade e credibilidade e deste modo, ultrapassar a crise que se instalou na formação inicial de professores. Como sublinha Morin (1984), a crise “ é um momento indeciso e ao mesmo tempo decisivo, pois é na medida em que há incertezas que passa a haver a possibilidade de acção, de decisão, de mudança, de transformação” (p. 115).

II – FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS – QUE FUTURO?

Nos últimos anos, tem-se intensificado o debate em torno da formação inicial de professores. Uns defendem que a formação de um professor de Biologia, de Geologia, de Física ou de Química deve ser a mesma de um biólogo, de um geólogo, de um físico ou de um químico, acrescida de uma formação específica em ensino. Outros sugerem uma formação de base comum, nos três primeiros anos, seguida de dois anos de formação psico-sócio-pedagógica. Ambas as perspectivas traduzem uma formação sequencial, compartimentada e cumulativa, pouco compatível com um curso profissionalizante, como deve ser o de formação de professores. O perfil profissional de um professor de uma determinada área de especialidade de ciências é diferente do perfil de um especialista nessa área por isso, as formações devem ser diferentes, embora dentro da mesma área do conhecimento.

A comunidade académica e a sociedade, em geral, reconhecem que os cursos de “banda estreita”, fechados sobre si próprios, como compartimentos estanques, já não satisfazem as exigências do mundo contemporâneo. Para além do ingresso nestes cursos criar um vínculo definitivo com uma profissão específica, também impedem a mudança a meio do percurso. Esta situação torna-se particularmente relevante, quando sabemos que muitos alunos fizeram a sua opção pouco amadurecida, mais numa lógica defensiva do que de afirmação positiva (Ponte, 2005).

As pressões do processo de Bolonha e um mercado de emprego, cada vez mais favorável a uma formação superior que se deve iniciar num curso polivalente, aberto a várias possibilidades profissionais (Campos, 1995), impõem novos modelos de formação. Assim, no quadro da reorganização dos cursos superiores, iniciada com a Declaração de Bolonha (Comissão Europeia, 1999), prevê-se a organização dos estudos superiores em três ciclos de formação, a que correspondem, respectivamente (segundo a redacção inglesa do documento), os graus de *bachelor*, *master* e *doctor*⁶⁰. O primeiro ciclo de formação inicial, com duração de três ou quatro anos, sem especialização, permite várias saídas possíveis,

⁶⁰ Não foi esta a solução encontrada em Portugal, onde se registam os graus de *Licenciado*, de *Mestre* e de *Doutor*.

entre as quais a continuação de estudos num segundo ciclo, esse sim de carácter profissionalizante.

Apesar da variabilidade de duração admitida para o primeiro ciclo, é cada vez maior o consenso de que o grau de *master* deve ser adquirido cinco anos após o início dos estudos universitários, o que leva às duas possibilidades de 3 + 2 ou de 4 + 1. Contudo, o último esquema tem sido criticado, por se considerar que um ano não é suficiente para completar, com a devida diferenciação e especialização, o primeiro ciclo.

Segundo Costa (2005), as reformas já efectuadas ou em preparação pelos países signatários, mostram a evolução dos sistemas segundo os seguintes esquemas:

- a) A grande maioria dos países europeus adoptou, ou está a adoptar, o esquema 3 + 2 (Áustria, Dinamarca, Estónia, Finlândia, Bélgica, França, Hungria, Itália, Liechtenstein, Luxemburgo, Noruega, Polónia, Roménia, Suíça e Reino Unido; este modelo foi também o que mereceu a simpatia da recente Convenção de Graz das universidades europeias).
- b) Apenas dois países adoptaram ou preparam-se para adoptar o esquema 4 + 1, a Bulgária e o Chipre.
- c) Cerca de 10 países adoptaram ou estudam um sistema flexível, conforme as áreas disciplinares e os programas das instituições, variando entre o esquema 3 + 2 e o esquema 4 + 1 (Alemanha, Croácia, República Checa, Eslováquia, Holanda, Irlanda, Islândia, Letónia, Espanha e Portugal)

A admissão ao ensino superior não é feita num curso específico, mas sim numa área científica abrangente e multidisciplinar, que pode variar, consoante a universidade e a sua estratégia específica de diferenciação e integração disciplinares. O primeiro ciclo de formação inclui as fases de “orientação” e de “qualificação”, que permitem aos estudantes escolher o curso, depois da admissão. Na “fase de orientação” (dois primeiros semestres), os estudantes obtêm unidades de créditos, em disciplinas consideradas fundamentais. Na “fase de qualificação” (quatro semestres subsequentes), os estudantes consolidam ou alteram a sua escolha, aproveitando as unidades de crédito já obtidas.

A flexibilidade deste modelo de formação constitui uma vantagem em relação ao sistema em vigor. Os estudantes que, no actual sistema de acesso, vão para um curso indesejado ou verificam posteriormente que o curso escolhido não satisfaz as suas aspirações

ou capacidades, no novo sistema têm a possibilidade de reorientarem as suas carreiras precocemente, encontrando saídas satisfatórias.

Esta possibilidade de reorientação, no caso da formação de professores, permite, ainda, ganhar o tempo indispensável ao necessário “amadurecimento vocacional” que a docência exige (Campos, 1995), resultando numa escolha profissional mais consciente e adaptada ao mercado de trabalho, que evita a formação de profissionais que nunca chegam a exercer as funções para as quais o curso os habilita.

Este modelo de formação distingue-se da organização curricular linear que caracteriza o “tronco comum” de alguns cursos, na medida em que os estudantes podem escolher as disciplinas que mais lhes interessam. Com efeito, trata-se de um modelo de formação marcado pela singularidade e não pela standartização, a que corresponde uma maior responsabilização do estudante na gestão e na organização das disciplinas que integram o plano de estudos do curso. Para que esta gestão seja a mais adequada possível, é necessário que os estudantes sejam devidamente apoiados na construção pessoal de um “projecto curricular de formação”, dotado de unidade e coerência internas, em que o todo seja mais do que a soma das partes.

1 – A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES À LUZ DA DECLARAÇÃO DE BOLONHA

A declaração de Bolonha “representa o empenhamento de diversos países europeus na construção de um espaço comum de ensino superior tendo em vista a qualidade, mobilidade e a comparabilidade de graus académicos e formações” (Ponte, 2005). Esta Declaração “convida ao desenvolvimento de uma dinâmica ao nível das instituições de ensino superior, partindo-se de uma potenciação da sua autonomia, ao mesmo tempo que apela à cooperação interinstitucional, na consciência de que as decisões políticas terão de ser acompanhadas de uma participação alargada” (Carvalho, 2005, p. 25).

Inserido no âmbito dos trabalhos preparatórios para a implementação do Processo de Bolonha, o Ministério da Ciência, Inovação e Ensino Superior (MCIES) nomeou, em 2004, um grupo de vinte e três coordenadores, por áreas de conhecimentos, encarregados de elaborar os pareceres relativos a cada uma das áreas, tendo em vista a reorganização dos cursos superiores, no quadro do referido processo.

As orientações europeias vão no sentido da adopção de dois ciclos de formação, de maneira a evitar-se o excessivo alongamento das graduações, o que não só permite abreviar o tempo de entrada no mercado de trabalho, mas também incrementar a mobilidade dos estudantes, no decurso da pós-graduação (Carvalho, 2005). Assim, no quadro geral de formações, prevê-se um primeiro ciclo de seis semestres (180 créditos ECTS) e um segundo ciclo de quatro semestres (120 créditos ECTS), perfazendo um total de 300 créditos ECTS⁶¹.

Estes pareceres tiveram em conta a Orientação para a Harmonização de Estruturas de Formação, definida pelo MCIES (Ministério da Ciência, Inovação e Ensino Superior), que contempla um quadro geral de estruturas de formação e um conjunto bem definido de excepções. Cada coordenador trabalhou em rede com instituições de ensino superior, associações e ordens profissionais e definiu, na sua área, os dois ciclos de formação superior, os perfis e as orientações, de acordo com os objectivos académicos e em ligação directa com o mercado de trabalho. Os relatórios ficaram concluídos em finais de 2004, tendo sido submetidos a debate público, até ao final de Janeiro de 2005.

O parecer elaborado para a área da formação de professores (A Formação de Professores e o Processo de Bolonha), sob a coordenação do Doutor João Pedro da Ponte, estabelece os perfis de competências para o graduado de 2.º ciclo de estudos superiores e aborda o problema da qualificação e estruturas de formação dos cursos de formação de professores e educadores de infância. Trata-se de um documento que, do nosso ponto de vista, sugere um bom enquadramento da formação inicial de professores no âmbito do processo de Bolonha, ao nível do 3.º ciclo do ensino básico e do ensino secundário, apesar de apresentar alguns aspectos que merecem uma reflexão mais aprofundada, nomeadamente no que diz respeito ao 2.º ciclo de estudos e ao estágio pedagógico.

⁶¹ No documento que estabelece os Padrões de Qualidade da Formação Inicial de Professores, são indicados valores mínimos de créditos ECTS, variáveis em função do curso: 205 créditos, para a formação que habilita para a docência na educação de infância e no 1.º ciclo do ensino básico; 240 créditos, para a formação que habilita para a docência de uma disciplina; e 265 créditos, para a formação que habilita para a docência de mais de uma disciplina ou para o ensino secundário.

1.1 – Perfis de Competências

O parecer “A Formação de Professores e o Processo de Bolonha” estabelece dois níveis de perfis para o graduado de 2.º ciclo de estudos superiores, um de carácter mais geral e outro específico dos professores do 3.º ciclo do ensino básico e do ensino secundário. O primeiro traduz um conjunto de competências gerais, definidas para a área da formação de professores, que permitem a realização de funções profissionais na área da educação, seja no contacto directo com crianças, jovens ou adultos, seja nas fases de planeamento e avaliação da acção educativa (Quadro 10).

Quadro 10

Perfil Geral de Competências do Graduado de 2º Ciclo de Estudos Superiores da Área de Formação de Professores⁶²

- Capacidade relacional adequada ao exercício de funções profissionais no âmbito da educação, incluindo a capacidade de dialogar com crianças, jovens e adultos de diversas culturas e origens sociais.
- Capacidade de análise e de síntese a um nível avançado.
- Capacidade de mobilizar criticamente conhecimentos em situações de prática rotineiras e não rotineiras e de resolver problemas.
- Capacidade de pesquisa e análise crítica de informação, nomeadamente respeitantes a questões da prática profissional.
- Capacidade de realizar um trabalho de investigação sobre um problema prático e apresentar os respectivos resultados e conclusões.
- Capacidade de comunicar com oportunidade e de forma persuasiva, utilizando uma variedade de linguagens e suportes, incluindo as tecnologias de informação e comunicação.
- Autonomia da definição das suas metas pessoais e na construção e avaliação das suas estratégias de aprendizagem.
- Capacidade de trabalhar produtivamente em colaboração com outros profissionais da educação e com elementos da comunidade educativa, enriquecendo a sua formação e contribuindo para a formação dos outros.
- Abertura em relação a novas realidades e problemáticas, sentido crítico, responsabilidade, espírito inovador, capacidade de reflexão e de resolução de problemas e disponibilidade para assumir compromissos.

Fonte: Ponte (2004).

⁶² Estas competências são comuns às cinco especialidades (educador de infância, professor do 1.º, 2.º e 3.º ciclos do ensino básico e professor do ensino secundário).

O perfil geral estabelecido inclui as quatro dimensões consagradas no Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de Agosto, que definiu o perfil geral de desempenho dos professores dos diferentes níveis de ensino: a) dimensão profissional, social e ética, b) dimensão de desenvolvimento do ensino e da aprendizagem; c) dimensão de participação na escola e de relação com a comunidade; d) dimensão de desenvolvimento profissional ao longo da vida.

No que se refere ao perfil de competências académicas/profissionais do Professor do 3º Ciclo do ensino básico e do ensino secundário, o parecer sobre a formação de professores estabelece um conjunto de quatro competências de carácter geral⁶³ (Quadro 11).

Quadro 11

Perfil de Competências Académicas/Profissionais do Professor do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário

- Conceber e desenvolver o currículo da sua disciplina ou disciplinas de docência ajustado ao seu contexto de trabalho, através da planificação, organização e avaliação do ambiente educativo, bem como das actividades e projectos curriculares, em articulação com as outras disciplinas dos alunos, com vista à construção das suas aprendizagens.
- Observar os alunos e identificar as suas características e necessidades e estabelecer com eles uma relação educativa de qualidade, promotora de inclusão, segurança e autonomia.
- Realizar actividades de ensino promotoras da aprendizagem no âmbito de todos os objectivos programáticos da sua disciplina ou disciplinas de docência e de áreas curriculares transversais e avaliar os progressos dos alunos.
- Trabalhar em colaboração com outros professores e demais actores educativos na construção, realização e avaliação do projecto da sua instituição, procurando envolver igualmente as famílias e a comunidade.
- Realizar a sua própria formação como elemento constitutivo da sua prática profissional, analisar os problemas existentes nesta prática e ensaiar e avaliar estratégias e acções com vista à sua superação.

Fonte: Ponte (2004).

Para além destas competências, o parecer refere que o educador e os professores de todos os níveis de ensino devem de:

- Pautar todas as suas actividades por valores éticos e procurar contribuir para o desenvolvimento da profissão, assumindo a dimensão cívica e formativa das suas funções.
- Possuir os conhecimentos necessários ao exercício da docência, na sua disciplina/disciplinas/área disciplinar/conjunto curricular, bem como uma

⁶³ Até ao momento, em que escrevemos só foram publicados os perfis específicos de desempenho profissional do educador de infância e do professor do 1.º ciclo do ensino básico (Decreto-Lei n.º 241/2001, de 30 de Agosto).

perspectiva aprofundada da sua natureza e método, das suas relações com outras áreas disciplinares e do seu papel na sociedade.

- Possuir os conhecimentos gerais de Pedagogia, Teoria do Currículo, Psicologia da Educação e Análise Histórica e Social da Educação, bem como da Didáctica da sua disciplina/disciplinas/área disciplinar/conjunto curricular, necessários ao exercício das suas funções docentes.
- Ser capazes de utilizar correctamente a língua portuguesa, nas suas vertentes escrita e oral, bem como as tecnologias de informação e comunicação.
- Possuir uma formação cultural, pessoal, social e ética, adequada ao exercício de funções profissionais, no âmbito da educação de crianças ou jovens.

1.2 – Estrutura da Formação

Tendo por base os princípios orientadores definidos legalmente para a formação inicial de professores e os princípios estabelecidos na Declaração de Bolonha, tornou-se necessário proceder a uma reorganização curricular dos cursos, no sentido de estabelecer um sistema coerente de formação de professores para todas as áreas disciplinares.

No que diz respeito à estrutura dos cursos de formação inicial de professores e educadores de infância, o parecer “A Formação de Professores e o Processo de Bolonha” prevê abordagens diferenciadas, em função da especificidade de funções requeridas em cada um dos níveis de ensino, apontando para uma tendência de aproximar o 1.º ciclo do ensino básico do 2.º ciclo, através da criação de áreas interdisciplinares, pluridisciplinares ou disciplinares, bem como áreas transversais.

No que se refere aos cursos de formação de professores para o 3.º ciclo do ensino básico⁶⁴ e ensino secundário, é proposto um percurso de formação envolvendo um 1.º ciclo de estudos que, no essencial, corresponde à formação (*bachelor*) na(s) disciplina(s) de especialidade de docência; e um 2.º ciclo de carácter profissionalizante (*master*), que

⁶⁴ De acordo com a proposta de alteração à Lei de Bases do Sistema Educativo – Decreto n.º 184/IX, da Assembleia da República, de 20 de Maio de 2004 –, não promulgada pelo Presidente da República, o 3.º ciclo do ensino básico passa a integrar o ensino secundário, constituindo o 1.º ciclo deste nível de ensino.

corresponde a uma formação educacional prática e específica nesse domínio. Nesta perspectiva, os cursos de formação de professores situam-se no 2.º ciclo de estudos superiores, salientando-se que, independentemente do percurso realizado no 1.º ciclo de estudos superiores, a admissão aos cursos do 2.º ciclo de formação deve estar sujeita a condições de acesso bem definidas (Quadro 12).

Quadro 12

Competências de Admissão aos Cursos de Formação de Professores (2.º Ciclo de Estudos Superiores)

FORMAÇÃO DE PROFESSORES / TODOS OS PERFIS PROFISSIONAIS
<p>O candidato demonstra possuir:</p> <ul style="list-style-type: none">– Um domínio dos conhecimentos e competências na sua área de especialidade indispensáveis ao exercício das respectivas funções docentes.– Uma formação cultural, pessoal, social e ética de base e uma capacidade relacional compatível com o exercício de funções profissionais no âmbito da educação de crianças, jovens e adultos.– Capacidades gerais de pesquisa e análise crítica de informação, bem como de comunicação, utilizando uma variedade de linguagens e suportes, incluindo as tecnologias de informação e comunicação.– Capacidades de trabalhar produtivamente em equipa, enriquecendo a sua formação e contribuindo para a formação dos outros.– Competências ou capacidades de natureza vocacional, de natureza geral (capacidade relacional e equilíbrio emocional) e específica (gosto pelas áreas curriculares a que se candidata e desempenho adequado nessas áreas).

Fonte: Ponte (2004).

O parecer refere que as condições de acesso podem ser requisitos de competência mínimos (créditos ECTS) nas áreas disciplinares da futura docência, e, eventualmente, requisitos de natureza vocacional e que a comprovação destes requisitos poderá ser feita documentalmente e/ou através de provas de acesso (por exemplo, entrevista ou exame). Do nosso ponto de vista, a exigência de requisitos para o acesso ao 2.º ciclo de formação é, sem dúvida, uma medida importantíssima no quadro da formação de professores, em que estão em jogo não só competências científicas e técnicas, mas sobretudo humanas, sem as quais a qualidade do ensino fica comprometida. Para o efeito, consideramos que é necessário criar e implementar formas e mecanismos que permitam uma selecção rigorosa dos candidatos, de acordo com determinados critérios de personalidade, de motivação para a profissão e outros considerados relevantes, em função dos perfis profissionais pretendidos.

De acordo com o parecer “A Formação de Professores e o Processo de Bolonha”, a formação que se realiza no 2.º ciclo segue uma matriz semelhante à dos restantes cursos de formação que habilitam para a docência, nos diferentes níveis de ensino, tanto nas áreas de formação, como na distribuição de ECTS⁶⁵ nas diversas áreas do curso (Quadro 13). Contudo, estes cursos distinguem-se, quer pelas disciplinas que integram os planos de estudos, quer pelos assuntos abordados e a ênfase assumida em cada uma das componentes do curso.

Quadro 13

Distribuição de ECTS nas Diversas Áreas dos Cursos de Formação de Professores do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário

ÁREAS DE FORMAÇÃO	Créditos ECTS
Formação em áreas de docência e didáticas específicas	30
Formação educacional geral e iniciação à investigação educacional	20
Formação prática e trabalho de investigação	60
Formação cultural, pessoal, social e ética	5
Opção da instituição	5
Total	120

Fonte: Ponte (2004).

Relativamente a cada uma das áreas de formação, o parecer estabelece o seguinte:

1. A formação na(s) área(s) de docência complementa e aprofunda a formação obtida no 1.º ciclo de estudos superiores, razão pela qual se considera importante incluir, no 1.º ciclo de formação, disciplinas de índole educacional; e disciplinas especificamente orientadas para as áreas de especialidade de docência, no 2.º ciclo de formação. Qualquer que seja o seu nível de ensino e a sua especialidade de docência, o professor tem de possuir uma formação multidisciplinar.

Caberá às instituições de formação de professores, no quadro da sua autonomia, definir os planos de estudo que considerem mais adequados ao seu projecto de formação, tendo em atenção o quadro jurídico do sistema

⁶⁵ Em Portugal, como nos outros países da União Europeia, os planos curriculares são elaborados com base no sistema de créditos ECTS.

educativo, bem como as realidades nacionais, respeitando as componentes de formação e a respectiva distribuição de ECTS.

A formação nas didácticas específicas deverá incluir o estudo das tendências actuais acerca do desenvolvimento curricular, dos problemas da aprendizagem e da construção do conhecimento, da dinâmica da sala de aula, da avaliação e da gestão curricular em cada área. Tal como no caso dos professores dos outros ciclos de ensino, a formação nas áreas de docência e nas didácticas específicas devem ser tanto quanto possível integradas, tendo em vista a preparação do professor para a planificação, condução e avaliação do ensino-aprendizagem.

2. A componente educacional geral e de iniciação à investigação educacional deve incluir elementos de natureza geral, relativos aos processos educativos, aos seus actores e ao seu contexto, com destaque para disciplinas como, por exemplo, o Desenvolvimento Curricular, a Organização e Administração Escolar, a Sociologia, a Psicologia e a Pedagogia, que proporcionem formação essencial para a compreensão da realidade escolar.

Quanto à investigação educacional, praticamente inexistente nos cursos de formação inicial de professores que funcionam no nosso país, a finalidade é não só introduzir os elementos essenciais desta actividade e promover a compreensão da sua natureza e objectivos, mas também de fornecer os instrumentos básicos e competências de análise crítica, inovação e investigação sobre a prática. Estas duas componentes formativas devem estar articuladas entre si e com a componente prática.

3. A componente prática deve ser entendida como uma iniciação à prática profissional, incluindo situações de observação, colaboração, intervenção, análise e reflexão sobre situações educativas reais. Deve articular, de forma integrada, tanto a formação nas didácticas específicas, como a formação educacional. É desejável que esta formação seja distribuída pelos dois anos do ciclo de formação, ao mesmo tempo que se desenvolve e consolida a formação educacional, cultural, pessoal, social e ética. Também é de salientar a necessidade de uma correcta gestão de ECTS, a fim de desenvolver formas mais flexíveis de iniciação à prática profissional.

4. A formação cultural, pessoal, social e ética, que já esteve presente em termos gerais no 1.º ciclo de estudos, deve assumir, neste 2.º ciclo de estudos, um carácter essencialmente orientado para a actividade docente, podendo ser proporcionada através da frequência de disciplinas especificamente orientadas para estes temas ou constituir uma dimensão particular (transversal ou vertical) de outras disciplinas de natureza mais geral, como por exemplo a Pedagogia.
5. Os cinco ECTS correspondentes à opção da instituição podem ser utilizados para reforçar alguma das componentes anteriores ou para introduzir novos elementos, de acordo com o projecto de formação.

Para além do 2.º ciclo de formação, o documento refere ainda, a criação de cursos de formação complementar avançada – Cursos de Especialização em Educação, destinados a desenvolver competências para o desempenho de funções profissionais especializadas, tal como a lei já prevê (Decreto-lei n.º 95/97, de 23 de Abril, e Despacho conjunto n.º 198/99, de 3 de Março). Estes cursos, que não conferem grau mas sim o título de professor especialista, irão substituir, na sua função, os actuais mestrados em educação, pois também incluem uma parte curricular e uma parte de investigação, com pesos sensivelmente iguais; distinguem-se, porém, pelo facto de não estarem organizados por anos, mas sim pelo ECTS.

De um modo geral, concordamos com as opções fundamentais expressas neste parecer, sobretudo com a ideia de que o 2.º ciclo de formação deve ser concebido numa perspectiva de “projecto de formação”, salvaguardando a necessária integração da formação científica, nas disciplinas a ensinar, com a formação psico-pedagógica e as necessidades do nível de ensino a que se destina. Do nosso ponto de vista, o parecer também reflecte alguma preocupação, relativamente às condições em que se realiza a prática, chamando a atenção para a necessidade de uma revisão urgente do respectivo quadro legal, nomeadamente através do estabelecimento de parcerias entre as instituições de formação de professores e as escolas, que permitam ultrapassar alguns dos problemas actualmente existentes. Entre eles referimos, por exemplo, a designação dos orientadores das escolas, da exclusiva responsabilidade da administração educacional; a falta de formação adequada de alguns orientadores; e a desarticulação entre o projecto formativo da instituição formadora e o

projecto educativo da escola. A constituição de parcerias permitiria uma selecção mais rigorosa dos orientadores, o desenvolvimento de projectos educativos e a criação de actividades de formação para os orientadores.

Importa, porém, salientar que existe neste documento uma omissão relativamente à organização da componente prática, no que diz respeito ao que viria a substituir os actuais estágios pedagógicos. Na verdade, o documento não refere como será feito o estágio, qual a sua duração e em que condições. A seguir os moldes actuais de um ano de estágio, em que o estagiário assume a responsabilização da docência em turmas próprias, resta um ano para a formação pedagógico-didáctica, o que nos parece claramente insuficiente, atendendo às várias componentes de formação previstas para este segundo ciclo de estudos.

Assim, consideramos que, durante o segundo ciclo de estudos, os estudantes deveriam fazer estágios de curta duração, em turmas sob a responsabilidade do orientador da escola, com acompanhamento dos orientadores da universidade (da componente das ciências da especialidade e das Ciências da Educação), à semelhança do que acontece actualmente nos cursos de formação de educadores de infância e de professores do 1.º ciclo do ensino básico. Contudo, apesar de positivos, estes estágios são insuficientes. Assim sendo, é necessário complementar esta formação com um estágio com responsabilização total, que teria de ser feito posteriormente a este ciclo de formação, num ano probatório, que marcaria o início da carreira profissional e no qual a universidade deveria desempenhar as mesmas funções de orientação que desempenha nos actuais estágios pedagógicos.

Nesta perspectiva, seria necessário reconsiderar o modelo de formação de 3 + 2, que passaria a 3 + 3. Seria uma excepção, tal como existem outras previstas na formação de médicos, arquitectos e engenheiros. Consideramos que persistir no modelo de 3 + 2 significaria uma alteração profunda no modelo de formação de professores do 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário, que iria comprometer a qualidade da formação.

Se compararmos as componentes de formação que constam desta proposta com as que são referidas em diferentes documentos de política educativa (Lei de Bases do Sistema Educativo, Decreto-Lei n.º 344/89, de 11 de Outubro, Deliberação n.º 1488/2000, de 15 de Dezembro, Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de Agosto), constatamos que a principal diferença está na ênfase que é dada à componente investigativa.

CAPÍTULO 2

A CIÊNCIA NOS CURRÍCULOS ESCOLARES

Neste Capítulo, fazemos uma breve abordagem histórica da inclusão das ciências nos currículos escolares, nomeadamente no sistema educativo português. Descrevemos a evolução do ensino das ciências nos últimos quarenta anos, mediante a caracterização e análise crítica dos pressupostos científicos, filosóficos e psicológicos que enquadram os dois grandes paradigmas do ensino das ciências (empirista e construtivista) e referimo-nos às suas implicações pedagógicas. Por último, destacamos as correntes pós-modernas do ensino das ciências, que fazem o enquadramento das reformas actualmente em curso, na generalidade dos países ocidentais. Procedemos, ainda, a uma análise dos documentos oficiais de política educativa, actualmente em vigor em Portugal, com particular incidência no Currículo Nacional do Ensino Básico e no Currículo da área de Ciências Físicas e Naturais.

I – O PORQUÊ DO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Segundo Aikenhead (1994, citado em Canavarro, 1999), temos na actualidade uma ciência institucionalizada, profissionalizada e socializada, em consequência de três acontecimentos históricos:

1. No século XVII, a Contra-Reforma promoveu a institucionalização da ciência. Surgiram em França a *Académie des Sciences* e na Grã-Bretanha a *Royal Society of Science*, cujo reconhecimento social e político passou pelo compromisso dos filósofos naturalistas, que as representavam, explicarem a natureza com base na observação e na racionalidade, excluindo as explicações de origem religiosa e política.
2. No final do século XVIII, com o despontar da Revolução Industrial, deu-se a profissionalização da ciência. O poder que os cientistas vinham adquirindo, desde o século anterior, sofreu um incremento e a tecnologia foi socialmente institucionalizada. Consequentemente, delimitaram-se as fronteiras destas duas áreas do conhecimento, bem como o seu papel na sociedade. Enquanto que a ciência correspondeu ao conhecimento pelo conhecimento, à curiosidade intelectual, a tecnologia correspondeu à aplicação da ciência, com influência directa na sociedade. O final do século XIX foi marcado por importantes descobertas científicas que contribuíram para uma nova visão do mundo, explicado à luz de métodos científicos e de inovações tecnológicas.
3. No século XX, a Segunda Guerra Mundial impulsionou a socialização da ciência. O poder da ciência e da tecnologia tornaram-se mais evidentes, constituindo-se como grandes empreendimentos socio-económicos e como factores condicionantes da sociedade. A ciência assumiu uma enorme responsabilidade social, tornando-se indissociável da própria sociedade.

Sempre que ocorrem mudanças políticas, económicas, sociais ou culturais significativas, os objectivos e princípios subjacentes ao ensino das ciências mudam, de modo a irem ao encontro dos interesses e necessidades das sociedades contemporâneas. É neste sentido que Pereira (1992) refere três perspectivas para o ensino das ciências: na perspectiva

da própria ciência, o ensino das ciências permite a aquisição de um conjunto de conhecimentos e competências essenciais para a progressão no estudo das ciências; na perspectiva do indivíduo, o ensino das ciências justifica-se pelo importante contributo no desenvolvimento de capacidades pessoais; finalmente, na perspectiva da sociedade, o ensino das ciências é fundamental para a compreensão científica dos fenómenos e acontecimentos que compõem o mundo físico e social. As duas últimas perspectivas são as que, na actualidade, merecem maior atenção, pelo facto de serem aquelas que contribuem de forma mais decisiva para a formação do cidadão.

Com base nesta distinção, podem ser apontadas três grandes finalidades para o ensino das ciências, que têm subjacentes determinadas dimensões da ciência que, ao longo do tempo, têm sido valorizadas de modo distinto:

- Dimensão heurística (coloca ênfase nos produtos da ciência) – Ensinar ciências como um corpo de conhecimentos organizado para ajudar a compreender o mundo natural.
- Dimensão histórica e epistemológica (coloca ênfase na natureza do conhecimento científico, nos processos e nos valores envolvidos na sua construção) – Ensinar ciências como um conjunto de processos de investigação para ajudar a estruturar o pensamento e a acção.
- Dimensão humanística (coloca ênfase nos valores sobre a própria ciência e tecnologia) – Ensinar ciências como uma actividade humana e social para compreender o sentido total das interações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

No mundo ocidental, a integração das disciplinas ditas de ciência, nos currículos escolares, aconteceu no decurso do século XIX, em consequência de acontecimentos que afectaram o contexto social e a própria natureza da ciência. (DeBoer, 1991). Em Portugal, foi através da reforma de Passos Manuel, datada de 1836, que as disciplinas científicas são introduzidas no currículo do ensino secundário⁶⁶. Segundo afirmava o Passos Manuel, “a instrução secundária é de todas as partes da instrução pública aquela que mais carece de reforma, porquanto o sistema actual consta, na maior parte, de alguns ramos de erudição estéril, quase inútil para a cultura das ciências” (Preâmbulo ao Decreto de 17 de Novembro

⁶⁶ O ensino secundário era o nível de ensino imediatamente a seguir à instrução primária.

de 1836, citado em Carvalho, 2001, p. 562). O currículo proposto tinha um carácter polivalente, preparando os jovens não só nas disciplinas tradicionais de Humanidades, mas também em disciplinas científicas como a Física, a Química, a Mecânica e a História Natural. Esta preocupação com o ensino de matérias científicas revelava a necessidade de “implantar uma nova consciência nacional que integrasse o homem português no tipo de sociedade, valorizada pelo trabalho, que a Revolução Francesa e a Revolução Industrial Inglesa tinham definido” (Carvalho, 2001, p. 571). Porém, não existia consenso quanto ao papel do ensino das ciências. Alguns políticos defendiam que a educação científica de tipo utilitário era a mais adequada ao progresso social e à integração do indivíduo no seu tempo; outros debatiam-se pela valorização da educação humanística que dava ao homem o poder persuasivo da palavra e da escrita e o domínio do espírito sobre a matéria (Carvalho, 2001).

Durante o século XIX, os currículos escolares do curso geral do ensino secundário eram constituídos pelas línguas clássicas, pela Matemática e por uma disciplina de ciências que incluía a Química, a Física e as Ciências da Natureza (História Natural). O ensino das ciências visava, basicamente, contribuir para a formação humanística. Na segunda metade do século XIX, deu-se uma revalorização do ensino das ciências, coincidente com as mudanças profundas que atravessaram a sociedade portuguesa, com a transferência do poder da nobreza e do clero para a burguesia laboriosa e produtiva. A necessidade de promover o desenvolvimento do país implicava introduzir na formação escolar a modernidade que as ciências representavam. Como refere Canavarro (1999) “a modernização da sociedade implicaria a modernização da Educação, a ‘cientificação’ e ‘tecnologização’ da sociedade obrigaria a um ensino que contemplasse as questões científicas e tecnológicas” (p. 85).

Desde os primórdios do século XX que os governos dos países de matriz civilizacional europeia reconheceram, explícita ou implicitamente, a importância do ensino das ciências, considerando-o como factor determinante do progresso e bem-estar sociais (Trindade, 1991). Assim, de forma gradual, os currículos escolares começaram a substituir algumas disciplinas clássicas por disciplinas científicas. No decurso deste século, o ensino das ciências passou por algumas crises que obrigaram a uma revisão do seu significado e importância. Assim, podemos falar num percurso evolutivo do ensino das ciências por períodos, a que correspondem determinadas finalidades que não só reflectem o desenvolvimento da sociedade, mas também traduzem a própria evolução da ciência.

O primeiro período decorreu entre o pós Segunda Guerra Mundial e o início de 1960, nele se valorizando, sobretudo, a dimensão heurística da ciência. O segundo período, que emergiu em meados da década de 1960, colocou a ênfase não só na compreensão de termos e de conceitos científicos, mas também na compreensão dos processos da ciência, para fazer face à necessidade urgente de formar uma nova geração de cientistas e técnicos. O terceiro período, com início na década de 1990 e actualmente em curso, enfatiza preocupações com o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade. É uma consequência do reconhecimento da escassez de conhecimentos científicos, por parte da população adulta, face a uma sociedade científica e tecnologicamente desenvolvida (Iglesia, 1997). Esta valorização da dimensão humanística da ciência é uma necessidade das sociedades de informação e do conhecimento, em que a ciência e a tecnologia deixaram de ser parte do discurso de especialistas, para passar a fazer parte da cultura básica do cidadão comum, apelando à compreensão da ciência, não apenas enquanto corpo de saberes, mas também enquanto instituição social.

Na actualidade, estamos perante uma concepção de ciência que “ultrapassou a sua antiga conotação com a descoberta e interpretação da natureza e dos fenómenos que nesta ocorrem” (Veiga, 1992, p. 4). Aprender um conhecimento e saber como se chegou até ele é insuficiente. Há que compreender o seu significado social e saber aplicá-lo. Por outras palavras, há que possuir competências em literacia científica.

II – EVOLUÇÃO DO ENSINO DAS CIÊNCIAS NOS ÚLTIMOS 40 ANOS

Para compreendermos a situação actual do ensino das ciências, é importante recuar no tempo e analisar as mudanças paradigmáticas que aconteceram no ensino das ciências, nos últimos quarenta anos. Esta análise centra-se nos fundamentos psicológico e epistemológico dos paradigmas emergentes e respectivas implicações pedagógicas.

I – PARADIGMA EMPIRISTA. O ENSINO DAS CIÊNCIAS NOS ANOS 60 E 70 DO SÉCULO XX

A partir de 1955, começaram a surgir na América sinais de descontentamento relativamente ao estado do ensino das ciências, sendo apontadas críticas ao ensino transmissivo, caracterizado pelo alheamento da escola aos avanços científicos e tecnológicos e pela crescente desactualização dos objectivos do ensino das ciências e dos conteúdos curriculares. O lançamento do satélite soviético Sputnik, em 1957, veio evidenciar o grande avanço tecnológico daquele país, aumentando ainda mais a insatisfação, quer por parte da comunidade científica, quer por parte da comunidade educativa americana, quanto à qualidade do ensino das ciências (Mayer, citado em Domingos 1984).

Foi neste clima de insatisfação que, no princípio da década de 1960, se inicia, primeiro nos EUA e depois nos países industrializados da Europa, em particular nos anglo-saxónicos, um Movimento de Reforma no Ensino das Ciências que, num período de vinte anos, se generalizou a todo o mundo ocidental. Esta reforma promoveu a reformulação dos currículos de ciências, tanto ao nível dos métodos de ensino, como ao nível dos conteúdos, e previu a criação de cursos de formação de professores de ciências de diferentes níveis de ensino, visando o seu desenvolvimento profissional, sobretudo no que diz respeito ao ensino das ciências.

Estas reformas vieram pôr fim a um longo período de estagnação nos currículos e ensino das ciências, procurando, por um lado, a actualização do conhecimento científico de professores e alunos e, por outro, o desenvolvimento do interesse pela ciência (Duschl, 1997), atraindo os jovens para profissões de base científica. Na origem destas reformas, estiveram razões de natureza política e económica. Com o entusiasmo do desenvolvimento tecnológico, o importante era ensinar mais e melhor ciência, com o intuito de aumentar a capacidade de produção científica e tecnológica da sociedade. O grande objectivo da educação científica era a formação de cientistas e a criação de uma elite de jovens que ingressasse nas universidades e pudesse contribuir para o desenvolvimento científico, industrial e tecnológico do país.

A reforma do ensino das ciências teve como suporte teórico determinadas correntes psicológicas e epistemológicas. Efectivamente, foi “com princípios, teses e argumentos da epistemologia empirista e seu correspondente, a nível psicológico, o behaviorismo, que pouco a pouco, se desenvolve o processo de desestruturação da pedagogia transmissiva e que, complementarmente, se vai estruturando e impondo outro paradigma” (Santos e Praia, 1992, p. 14).

Para dar corpo à reforma, organizaram-se grupos de trabalho pluridisciplinares, geralmente integrados por professores, psicólogos e cientistas, com o objectivo de elaborar projectos curriculares que dessem uma nova perspectiva ao ensino das ciências. A grande meta era o “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, citados em Craveiro, 1999).

Nos países ocidentais, desenvolveram-se diversos projectos e programas de ciências, apoiados pelos governos e por comunidades científicas e de educação em ciência, como por exemplo os projectos desenvolvidos pela *National Science Foundation* (NSF)⁶⁷, nos EUA, e os projectos da *Fundação Nuffield*⁶⁸, no Reino Unido, que alcançaram grande projecção em diversos países.

⁶⁷ A *National Science Foundation* financiou, entre 1960 e 1970, mais de uma dezena de projectos curriculares de ciências, bem como acções de formação de professores. De entre os projectos desenvolvidos, destacaram-se: *Science: A Process Approach*; *Elementary Science Study* (ESS); *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS); *Intermediate Science Curriculum Study* (ISCS); *Physical Science Study Committee* (PSSC); *Project Physics*, *Chemical Education Material Study* (CHEM); *Chemical Bond Approach* (CBA); *Interdisciplinary Approaches to Chemistry* (IAC); *Earth Science Curriculum Project* (ESCP); *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) (cf., Dana et al., 1998).

⁶⁸ *Nuffield Chemistry*, *Nuffield Biology*, e *Nuffield Physics*, *Nuffield Combined Science*, *Nuffield Secondary Science*; *Schools Council Integrated Science Project* (SCISP); *Nuffield Science 13-16*.

Os novos projectos curriculares para o ensino das ciências tiveram os seus fundamentos psicopedagógicos nos trabalhos de psicólogos, como Jean Piaget, Jerome Bruner e Robert Gagné, os quais preconizavam métodos activos de ensino, visando proporcionar uma maior liberdade e autonomia aos alunos, no processo de aquisição de conhecimento, através da realização de trabalhos experimentais e uso de metodologias investigativas. Com efeito, estes projectos colocaram ênfase na “ciência pura” e nos métodos de investigação. O grande lema era aprender ciência “fazendo ciência” e o aluno devia pensar e agir como cientista (embora o modelo de cientista se aproxime de uma concepção positivista de ciência), levando não só à “consolidação do ensino laboratorial” (Canavarro, 1999), mas também à criação do mito do “pequeno cientista”.

Portugal também não ficou alheio às grandes mudanças ocorridas no ensino das ciências, embora com algum atraso, pois só na década de 1970 é que estes projectos curriculares chegaram ao nosso país⁶⁹. O BSCS (*Biological Sciences Curriculum Study* – EUA) e o *Nuffield Curriculum* (RU) foram os que mais influenciaram o nosso ensino, ao nível dos currículos de ciências, dos manuais escolares e, inevitavelmente, das práticas lectivas. São disso exemplo a reestruturação e implementação de novos currículos, métodos de ensino e avaliação, e ainda as alterações ocorridas no modelo de formação de professores. Contudo, foi com a Lei nº5/73, de 25 de Julho (conhecida como a Reforma “Veiga Simão”), que a valorização do ensino das ciências se tornou mais evidente, como podemos ver pelo enunciado expresso no Capítulo II, Secção 1ª, Base IV, nº3, alínea b), onde se estabelece que a “educação escolar tem por fins específicos ... fomentar o espírito científico, ... a capacidade de observação e de reflexão e a disciplina mental, bem como despertar o interesse por constante actualização de conhecimentos”.

Para auxiliar os professores no processo da reforma, foram editadas algumas traduções de obras dirigidas a professores e formadores, como o Manual do Professor de Biologia (1976), o Novo Manual da Unesco para o Ensino das Ciências (1977) e outros materiais de apoio, provenientes do Ministério da Educação e Investigação Científica. Também foram tomadas duas iniciativas, com o objectivo de modificar as metodologias de ensino e introduzir novos conteúdos: os cursos de actualização de professores, que

⁶⁹ Os bloqueios impostos por um regime ditatorial e a ausência de uma comunidade científica educativa parecem ter sido as razões que justificam este atraso.

funcionaram entre 1971 e 1978, e a constituição de “turmas piloto” nos cursos complementares.

1.1 – Principais Inovações Pedagógicas da Reforma Curricular dos Anos 60/70, do Século XX

A tomada de consciência de que uma aprendizagem efectiva não se limita à aquisição passiva de informações e as rápidas mudanças operadas, a nível quantitativo e qualitativo do conhecimento científico, tornaram inevitável a ruptura com o modelo de ensino-aprendizagem tradicional (Marques e Praia, 1991), também conhecido por Aprendizagem por Transmissão (APT), caracterizado por aulas magistrais, centradas em práticas transmissivas, baseadas no uso exclusivo de livros de texto e na palavra do professor. Por conseguinte, as mudanças curriculares na década de 1960 conduziram a profundas alterações pedagógicas e importantes inovações, ao nível dos conteúdos, da aprendizagem, das metodologias, dos objectivos e dos papéis do aluno e do professor.

A nível dos conteúdos, foram introduzidas matérias novas e retiradas aquelas que se consideravam obsoletas para a época, ou pouco relevantes cientificamente. Considerou-se que os conteúdos não se deviam limitar a simples factos e conceitos, mas constituir algo mais abrangente que reflectisse os princípios e aspectos essenciais da ciência como um todo. Assim, definiram-se conceitos unificadores entre as várias disciplinas e estabeleceram-se, ainda, grandes unidades de ensino para cada disciplina, valorizando-se a estrutura das ciências. Esta valorização está patente na teoria da Aprendizagem da Estrutura do Assunto (AEA) que parte do pressuposto de que a estrutura das disciplinas deve ser constituída apenas pelas ideias fundamentais.

No que se refere à aprendizagem, partiu-se da convicção de que o aluno, por si, podia aprender qualquer conteúdo científico, pois a aprendizagem indutiva, a partir de factos específicos, permitia generalizações que conduziam à descoberta das ideias fundamentais (Woolfolk, 1989). Emergiu assim uma nova corrente pedagógica, designada por Aprendizagem por Descoberta (APD), radicada em “modelos pedagógicos intuitivos de

índole sensorial, que valorizam a percepção directa de objectos exteriores e logo a estimulação sensorial” (Santos e Praia, 1992, p. 14). Na verdade, trata-se do tipo de aprendizagem que “põe a tónica no descobrir dos conteúdos por si mesmo, como resultado do processamento indutivo da experiência directa empírico-concreta” (Santos, 1991a, p. 29). Neste sentido, a ênfase da aprendizagem das ciências deslocou-se dos conteúdos programáticos para os processos de os adquirir.

Associada à APD, surgiram metodologias de natureza investigativa, determinadas por uma sequência de passos e por um conjunto de regras precisas e fixas que definem um método próprio – *método científico* – que Giordan (1978) designou por “OHERIC” (Observação, Hipótese, Experimentação, Resultado, Interpretação, Conclusão). O recurso sistemático ao método científico, para a apropriação do saber, criou a convicção de que este seria o único processo de produzir conhecimento, levando ao mito do “método científico”, segundo o qual há “um processo universal, linear, sequencial, perene e regularmente fecundo de caminhar dos factos para as ideias, da observação para a conclusão” (Santos, 1991b, p. 53).

A nível de objectivos, destacou-se uma nova corrente pedagógica conhecida por Aprendizagem por Objectivos (APO), a qual defendia que “toda a acção educativa deve ser finalizada, deve ser focada sobre objectivos previamente definidos, deve subordinar os meios aos fins e, sobretudo, deve interrogar-se sobre os resultados” (Santos, 1991a, p. 30). Com a finalidade de tornar o ensino/aprendizagem das ciências o mais objectivo possível, definiam-se os objectivos educacionais em termos comportamentais (observáveis), deslocando o fulcro da aprendizagem dos conteúdos para os comportamentos observáveis e medíveis (Santos e Praia, 1992). Este tipo de ensino visava promover mudanças comportamentais nos alunos, de acordo com determinados padrões de referência, que implicavam a aquisição de novos comportamentos e/ou modificação dos existentes.

Relativamente ao aluno, este assumiu um papel activo, contra a passividade imposta pelo ensino centrado na exposição do professor. Valorizou-se a pedagogia “activa” que pressupõe o envolvimento directo e a participação dinâmica do aluno, no processo de aquisição do conhecimento.

Quanto ao professor, deixou de ser mero reproduzidor da ciência, para passar a mediador do processo que conduz o aluno ao saber. A fonte do conhecimento já não estava

no professor, mas sim na natureza, nos factos da vida real (Santos e Praia, 1992), sendo a função do professor a de facilitar aos alunos a descoberta de tais factos (dados).

Estas inovações pedagógicas fundamentaram-se em teorias psicológicas comportamentalistas e em alguns pressupostos da filosofia empirista/indutivista⁷⁰, que após sucessivas recontextualizações, fizeram o enquadramento do novo paradigma do ensino das ciências – *Paradigma Empirista/Indutivista* –, a que Zeichner (1983) se refere, dizendo que “assenta nos fundamentos de uma epistemologia positivista e da psicologia behaviorista e enfatiza o desenvolvimento de capacidades de ensino específicas e observáveis, supostamente relacionadas com a aprendizagem do aluno” (p. 4).

Neste paradigma, destacaram-se três novas tendências metodológicas que viriam marcar a reforma do ensino das ciências nas décadas de 1960 e 1970 (Domingos, 1987). Referimo-nos à *Aprendizagem por Descoberta* (APD), à *Aprendizagem por Objectivos* (APO) e à *Aprendizagem da Estrutura do Assunto* (AEA). Estas orientações metodológicas, à semelhança da metodologia mais tradicional (APT), integram os modelos de aquisição conceptual, cuja fundamentação epistemológica assenta no empirismo clássico, segundo o qual existe um mundo exterior e acabado que se grava directamente nos órgãos dos sentidos, para engendrar associações fixas (Santos, 1991a), e na psicologia comportamentalista que concebe o ensino-aprendizagem, em termos de “estímulo-resposta”. Deste modo, o professor ou o meio fornecem as informações (*inputs*) que são directamente transmitidas/recebidas pelos alunos e estes, por sua vez, respondem (*outputs*) através de comportamentos observáveis. O rigor imposto pelo método científico e a objectividade conseguida pela determinação prévia de objectivos comportamentais ilustram claramente a influência do positivismo.

Em suma, os pressupostos em que se fundamentam estes modelos de ensino-aprendizagem são os seguintes: a aprendizagem conceptual inicia-se na escola e é o resultado de uma acumulação aditiva de informação; a informação recebida e transmitida é da mesma natureza; os alunos adquirem concepções idênticas, a partir da mesma informação; e as informações recebidas são guardadas substancialmente intactas (Santos, 1991a).

⁷⁰ O empirismo coincide com uma visão positivista do conhecimento e do método científico radicada no indutivismo, de que Bacon (sec. XVII) foi o fundador.

Dos modelos pedagógicos, emergentes da reforma curricular das décadas de 1960 e 1970, a APD e a APO foram os que tiveram maior impacto. Marcaram, implícita ou explicitamente, os currículos de ciências, até 1980, e continuam a influenciar o ensino das ciências, razão pela qual consideramos oportuno fazer uma breve caracterização fundamentada de cada um.

1.1.1 – Aprendizagem por Objectivos (APO). Breve caracterização

Este modelo pedagógico desenvolveu-se no contexto do ensino programado, constituindo uma aplicação da Tecnologia Educativa que, de acordo com a *Comission on Instructional Tecnology* (1970), consiste numa “maneira de planear, conduzir e avaliar o processo total de ensino e aprendizagem em termos de objectivos específicos, à base de pesquisas em aprendizagem e comunicação, empregando uma combinação de meios humanos e não humanos, para produzir uma instrução mais eficiente” (Mizukami, 1986, p. 32).

A chamada “pedagogia por objectivos”, profundamente enraizada na psicologia comportamentalista, foi buscar alguns dos seus fundamentos ao pensamento de Mager, que advoga o primado dos objectivos face aos conteúdos e às estratégias. Este autor define objectivo como “a descrição de comportamentos de que o estudante se deve mostrar capaz para ser reconhecido competente” (Mager, 1975, p. 5). Deste modo, a aprendizagem por objectivos tem, como pressuposto, que toda a estratégia de ensino se desenvolve “com base em critérios que determinam os comportamentos iniciais e aqueles que devem ser subsequentemente exibidos até alcançar o objectivo previamente determinado” (Marques e Praia, 1991, pp. 13-14).

Nesta pedagogia, a função do professor é “arranjar as contingências de reforço de modo a possibilitar ou aumentar a possibilidade de ocorrência de uma resposta a ser aprendida” (Mizukamy, 1986, p. 32), ou seja, os esforços do professor vão no sentido de estruturar e organizar os conteúdos, tendo em vista uma determinada resposta (R), face a determinado estímulo (E). Pretende-se, desta forma, conduzir os alunos a experiências de aprendizagem em que o “pecado de errar” (Santos e Praia, 1991, p. 27) possa ser evitado.

A ênfase comportamentalista, que é colocada na pedagogia por objectivos e no comportamento observável, postula que se deve observar o que os alunos são capazes de fazer, após a aprendizagem, e que se deve especificar, da maneira mais clara possível, as tarefas de aprendizagem (Novak, 1981). Esta tendência pedagógica levou à necessidade de rigor e exactidão, na definição dos objectivos educacionais, o que foi conseguido através do recurso a regras e taxonomias que permitem “classificar de forma idealmente rigorosa e precisa os objectivos educativos e a sua avaliação”. Neste sentido, desenvolveu-se uma vasta literatura, onde se destacam as obras de Mager (1975), Landsheere e Landsheere (1976), Bloom (1979), Krathwohl, Bloom e Masia (1979) e D’Hainaut (1980), que constituíram preciosos auxiliares e guias para a definição dos objectivos educacionais. A este propósito, escreveu Novak: “uma das cruzadas educacionais da década de sessenta exigia a afirmação específica de objectivos instrucionais. ... Mager e os seus defensores acreditavam que a instrução teria mais possibilidades de ser eficaz, se as metas de aprendizagem fossem claramente especificadas, de tal forma que os alunos pudessem entender os critérios para uma consecução de êxito” (1981, p. 137).

Das várias taxonomias propostas, foi a de Bloom a que se impôs de forma mais decisiva, constituindo uma verdadeira “bíblia” para a elaboração de objectivos de ensino/aprendizagem. Em Portugal, a adesão à pedagogia por objectivos aconteceu no ensino oficial⁷¹, depois de 1974-1975 (Reizinho, 1981). A sua implementação começou com a introdução de novas formas de avaliação, nos antigos Ciclo e Unificado, e estendeu-se de seguida aos estágios pedagógicos para professores. Todavia, constatou-se que, enquanto que os núcleos de estágio aderiram com empenho e até algum entusiasmo, a generalidade dos professores manteve um distanciamento, relativamente a esta nova pedagogia.

1.1.2 – Aprendizagem por Descoberta (APD). Breve caracterização

A aprendizagem por descoberta impôs-se, à medida que o behaviorismo foi perdendo força, face a um construtivismo emergente, procurando “conciliar teses subjacentes aos modelos intuitivos com teses de outras correntes epistemológicas e psicológicas” (Santos e

⁷¹ Nos estabelecimentos de ensino militar (Academia Militar) e nos estabelecimentos militares de ensino (Colégio Militar, Pupilos do Exército e Instituto de Odivelas), a pedagogia por objectivos já era utilizada há alguns anos.

Praia, 1992, p. 17). Esta é uma pedagogia considerada progressista, rotulada de activa, que aposta na participação do aluno na apropriação do saber, sobrevaloriza a percepção como fonte de conhecimento e apoia-se na “suposição de que os alunos vêm para as aulas de ciências com ‘mentes em branco’, semelhantes a uma ‘tábua rasa’ ou a um ‘balde vazio’” (Duarte e Faria, 1991, p. 63).

Esta pedagogia, radicada na epistemologia empiristas/indutivistas, foi buscar os seus pressupostos às teorias do filósofo Dewey e do psicólogo Piaget. O primeiro defendia que o ensino devia basear-se na acção e que os alunos só aprendem aquilo que descobrem por si mesmos (Hernández e Sancho, 1994). As teorias de Piaget, apesar de serem muito anteriores a esta corrente pedagógica e de estarem conotadas com o construtivismo, foram (re)interpretadas e adaptadas à luz do empirismo. A frase de Piaget “tudo o que se ensina à criança impede-a de descobrir”, utilizada como princípio pedagógico pela APD, é disso um exemplo. É neste sentido que Novak afirmou: “uma vez que o ensino pela descoberta enfatiza a livre exploração dos materiais de estudo pelas crianças, os defensores da aprendizagem por descoberta apoderaram-se da Teoria de Piaget para justificar a sua posição” (1981, p. 94).

Embora a pedagogia da APD encontre algum eco nas teorias piagetianas, pela ênfase que dá à actividade do sujeito na construção do conhecimento e pelo papel que atribui à percepção e à experiência como modo de conhecimento, as divergências são evidentes. Como salienta Simões (1992), Piaget não entendia a experiência como “recepção”, mas antes “acção e construção progressivas”, pelo que a experiência depende mais da própria actividade do sujeito (assimilação e acomodação) do que das propriedades dos objectos. É neste ponto que Piaget se distancia do empirismo, já que, “insistindo no papel exclusivo da experiência, postula ‘a atitude receptiva do espírito’ e coloca a ‘coisa’, o ‘dado imediato’ no início da ‘evolução conceptual’” (Simões, 1992, p. 76).

Com efeito, Piaget entende a percepção como o único modo de conhecimento imediato da realidade exterior, mas não a vê como uma cópia da realidade – perspectiva empirista. Para conhecer o objecto, o sujeito tem de agir sobre ele num processo de reconstrução, a partir de estruturas já organizadas, o “que implica não o zero do saber mas um saber (uma ideia) que se constrói a partir de outro saber (outra ideia) por desequilíbrio” (Santos e Praia, 1992, p. 18).

O ensino por inquérito (*teaching by inquiry*) foi a metodologia privilegiada pela APD. Este método tem subjacente a ideia de que, utilizando sistematicamente o método científico, os alunos podem obter na sala de aula resultados análogos aos dos cientistas, admitindo-se “um isomorfismo entre o processo de produção da ciência e o processo de ensino da ciência” (Santos, 1991a, p. 29). Segundo Santos e Praia (1992),

na APD, parte-se da convicção de que os alunos aprendem, por conta própria, qualquer conteúdo científico, a partir da observação; de que são os trabalhos experimentais, radicados no sensorial e no imediato, que levam à descoberta de factos novos; e de que é a interpretação, mais ou menos contingente, de tais factos que conduz, de forma natural e espontânea, à descoberta de ideias, das mais simples às mais elaboradas. (p. 19)

A convicção de que os conceitos nascem natural e espontaneamente a partir de um processo único, radicado na experiência imediata, fomentou o mito do método científico, criando nos alunos a ilusão da descoberta, da universalidade e da espontaneidade da ciência (Santos, 1991b).

1.1.3 – Apreciação crítica

Apesar da renovação curricular das ciências possuir um potencial para “tornar a ciência nas escolas mais significativa e relevante e para desenvolver competências importantes” (Domingos, 1987, p. 165), as expectativas e o entusiasmo foram diminuindo, à medida que se constatava o seu reduzido impacto no ensino/aprendizagem das ciências.

Vários autores pronunciaram-se sobre o estado do ensino das ciências e da crise que se instalou na comunidade escolar. Mialaret e Vial (1981) falam em “trágico balanço”. Voss (1983) afirma: a “comunidade do ensino das ciências examina-se a si própria! Esperemos que novas metas, direcção e apoio venham a surgir” (p. 67). Shayer (1982) refere: “os anos 60 deixaram-nos com muitos mitos não testados sobre os propósitos do ensino da ciência. Já não temos a certeza se devemos ensinar para os ‘factos’, para o conteúdo da disciplina, para a sua estrutura conceptual, ou para o processo da ciência” (citado em Santos, 1991a, p. 31).

Os primeiros sinais de fracasso destes projectos curriculares começaram a fazer-se sentir nos EUA., nos finais da década de 1970, e, em pouco tempo, generalizaram-se a todos os países que aderiram a este movimento de reforma. Inicia-se, então, um período de

crítico sobre as tendências metodológicas que vigoraram nas décadas de 1960 e 1970, ao mesmo tempo que se intensifica a investigação sobre as práticas de ensino.

Os resultados destas investigações revelaram que não houve alterações significativas, nem nos processos de ensino, nem nos resultados da aprendizagem dos alunos (Roth, 1985). Nas aulas de Ciências, continuava a prevalecer o modelo de *Aprendizagem por Transmissão* (APT), praticando-se um ensino demasiado teórico, abstracto e desmotivador (Canavarro, 1999), centrado em definições de conceitos, descrições de factos (Fonseca, 1996; Brooks e Brooks, 1997), na exposição do professor e nos manuais escolares que chegavam a condicionar a prática pedagógica e a avaliação (Brooks e Brooks, 1997). Este ensino mecanicista não só contribuiu para uma imagem simplista da construção da ciência, como não promoveu o interesse pela ciência, nem produziu os benefícios cognitivos esperados, nem incrementou a compreensão da natureza da ciência e da investigação científica.

Para Dana *et al.* (1998), as principais causas para o insucesso dos projectos curriculares de 1960/70 estão nos pressupostos epistemológicos dos cursos de formação de professores e na ausência de condições para a implementação dos projectos curriculares. Na opinião destes autores, a formação dos professores seguiu um modelo assente na epistemologia positivista, partindo do princípio de que o conhecimento de ciência e pedagogia existe, independentemente do professor e do aluno; ou seja, que as novas metodologias seriam transferidas aos professores que, por sua vez, as iriam implementar com sucesso na sala de aula. Por outro lado, os professores foram pouco apoiados, quer a iniciar, quer a manter as mudanças nas suas práticas. Os cursos de formação proporcionavam a aquisição de capacidades e conhecimentos, mas não produziam alterações significativas nos sistemas de convicção, ou nas políticas escolares, necessárias para apoiar e manter as mudanças a longo prazo. Marques e Praia (1991) numa síntese sobre os resultados de vinte anos de pedagogias marcadamente behavioristas e empiristas, destacaram: a) a persistência dos níveis elevados de insucesso escolar; b) a inexistência de melhoria na preparação global dos alunos; c) a preocupação com os comportamentos observáveis, em detrimento das atitudes; d) a visão fragmentada das tarefas de aprendizagem; e) a despersonalização do aluno, pois o professor molda-o, de forma a atingir as metas previamente determinadas.

As causas para a crise no ensino das ciências são complexas e têm muitas facetas. Na revisão da literatura que efectuámos, encontrámos várias, muitas delas relacionadas com a

natureza dos próprios currículos de ciências e outras com os modelos de actuação pedagógica dos professores. Hurd opina que “a crise no ensino-aprendizagem da ciência é a denúncia de um *curriculum* que não reflecte as realidades da vida moderna e das mudanças sociais” (1987, p. 51).

Hodson (1988) firma que esta reforma assentou em pressupostos filosóficos e psicológicos falsos, porque teve como ponto de partida um modelo inadequado de ciência; e a ideia errada de que a ciência e o método científico se aprendem melhor por metodologias de descoberta. Na verdade, a Aprendizagem por Descoberta, que foi dos modelos da pedagogia intuitiva activa o que melhor se impôs como alternativa ao paradigma da APT, talvez por ter recorrido a um construtivismo aparente (Santos e Praia, 1992), foi bastante contestada. A este propósito, Hodson (1988) fala de um conflito entre a validação epistemológica da aprendizagem por descoberta e a necessidade de métodos de aprendizagem activos.

Ausubel, que foi um dos grandes críticos da APD, reprova a pouca atenção dada a conceitos organizados e sistematizados. Ausubel, Novak e Hanesian (1991), referindo-se à aprendizagem de conceitos abstractos, afirmam que é “inútil esperar que tais conceitos nasçam espontaneamente a partir da experiência directa”, acrescentando ainda que determinados conceitos “só podem adquirir-se verbalmente, pois não são susceptíveis de experiência directa” (p. 107).

Reid e Hodson (1993) consideram a ausência de reflexão sobre o papel pedagógico e epistemológico do trabalho experimental, responsável pela transmissão de uma imagem empirista/indutivista da ciência. De facto, a APD sobrevalorizava a aprendizagem intuitiva, promovia um ensino experimental baseado na aplicação do “método científico” e colocava ênfase na observação e experimentação “neutras”, ignorando o papel do pensamento divergente e das hipóteses favorecedoras do pensamento criativo (Pérez, 1994).

Apesar da APD ter contribuído para uma imagem das ciências mais interessante, não conseguiu promover nos alunos a assimilação significativa de factos e conceitos, nem o desenvolvimento conceptual e das competências superiores de pensamento (Sequeira, 1997); também não contribuiu para alterar a sua atitude para com as ciências. Segundo afirma Gil Pérez (1983), o empirismo da metodologia por descoberta não proporcionava mais do que um conjunto de aquisições dispersas e, conseqüentemente, não promovia a compreensão conceptual.

Também os pressupostos da Aprendizagem por Objectivos, sobretudo a vertente mais behaviorista, conhecida por *Pedagogia para a mestria*, foi fortemente criticada. Vecchi e Giordan (1990) salientam que a aprendizagem por objectivos contribui para a fragmentação dos fenómenos estudados, tornando-se um obstáculo ao conhecimento global, pois “conhecer é relacionar”. Também Yager e Penick (1983) falam de uma excessiva compartimentação das ciências e conseqüente ausência de articulação entre as diferentes disciplinas e de abordagem multidisciplinar de conteúdos, dificultando a visão global e integradora da ciência.

Santos (1991a) elaborou uma sistematização das principais críticas feitas à APO: a) trata-se de uma técnica cujo objectivo é a eficácia a curto prazo; b) tem a pretensão de ser aplicável em qualquer disciplina; c) exige a tradução comportamental hierarquizada dos objectivos educacionais, como se um objectivo geral resultasse sempre de uma sequência ordenada e unívoca de objectivos parciais; d) coloca a ênfase nos produtos, ignorando a importância dos processos.

Alguns autores atribuem a causa do fracasso desta reforma ao predomínio da visão da ciência como produto (conjunto de dados, factos, conhecimentos), ignorando frequentemente os aspectos históricos, epistemológicos, sociais e ambientais que conduziram a esse conhecimento (Osborne e Wittrock, 1983; Yager e Penik, 1983; Solomon, 1995) e veiculando a imagem da ciência como “corpo organizado de conhecimentos”, considerados como verdades definitivas.

Outros autores consideram que o fracasso se deveu ao alheamento da ciência em relação à realidade (Domingos, Neves e Galhardo, 1984); à ausência de problemas de interface ciência-tecnologia-sociedade, característicos das sociedades contemporâneas (Solomon, 1993); e ao facto de não proporcionar oportunidades para a tomada de decisões socialmente relevantes, nem para se formarem juízos éticos (Tamir, citado em Oliveira, 1993) sobre questões relevantes para os alunos e que façam parte do seu quotidiano. Com efeito, o ensino da ciência permaneceu desligado de contextos significativos. Quanto muito, buscavam-se problemas com significado social, para exemplificar a utilidade do estudo (Martins, 1995; Trindade, 1996b). Na verdade, o “conhecimento científico, como processo, jamais pode ser reduzido à prática da observação e da experiência descontextualizada” (Leite, Futuro, Silva, Marques, Praia e Trindade, 1994, p. 355).

Outro aspecto criticado foi o facto dos modelos pedagógicos adoptados no paradigma empirista/indutivista descurarem as vivências dos alunos, a natureza e origem dos conhecimentos que estes possuem antes do ensino formal – concepções alternativas – e o seu papel determinante na aprendizagem (Solbes e Vilches, 1992).

Apesar do fracasso amplamente comprovado, é necessário reconhecer algum mérito. Gil Pérez (1993) admite que, num ensino marcado por tradições assumidas acriticamente, estas reformas constituíram um importante avanço no processo de ensino/aprendizagem. Na opinião de Valente (1980), estas reformas trouxeram

a primeiro plano uma outra dimensão da ciência, a da sua estrutura sintáctica. A ciência é vista não apenas como um corpo de conhecimentos, mas como um modo de pensar. São preferencialmente os processos científicos e não os produtos que devem impregnar os currículos. (p. 3)

Também a valorização do aluno como sujeito activo no processo de ensino-aprendizagem, por oposição a um aluno passivo, receptivo de saberes constituídos, foi um avanço em relação ao passado. A ênfase colocada na acção, como forma de facilitar a aprendizagem de conceitos e procedimentos, contribuiu para “elevar o nível de exigência conceptual e o nível das capacidades a serem desenvolvidas” nos alunos (Domingos, 1987, p. 165). Efectivamente, a participação do aluno na construção do seu próprio conhecimento, ainda que através de actividades essencialmente sensoriais, contribui para desenvolver competências do pensar (interpretação de factos), contra as competências de memorização do ensino transmissivo.

2 – PARADIGMA CONSTRUTIVISTA. O ENSINO DAS CIÊNCIAS NOS 80 E 90 DO SÉCULO XX

Na década de 1980, diversas associações científicas⁷² e associações de professores⁷³, nos EUA e em muitos países da Europa, publicaram relatórios a dar conta do estado em que

⁷² São exemplos: a *American Association for the Advancement of Sciences*, o *National Research Council*.

⁷³ Por exemplo, a *National Science Teachers Assosiation* e a *National Comission on Excellence in Education*.

se encontrava o ensino público, com particular destaque para o ensino das ciências. Estes mostram que as reformas de 1960/70 fracassaram, não produziram aprendizagens significativas nos alunos, nem aumentaram o interesse destes pela ciência.

Em Portugal, a preocupação com o insucesso escolar e a educação científica levou à adopção de medidas, como, por exemplo, a criação do Projecto PIPSE (Projecto Interministerial para a Promoção do Sucesso Escolar), a aprovação da Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro) e a reforma curricular com a reestruturação dos Ensinos Básico e Secundário (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto). Por outro lado, a dispersa comunidade educativa e académica vai assimilando os novos ideais da educação científica e vai produzindo investigação. O número de publicações, de cursos de mestrado e doutoramentos, nesta área, aumentaram consideravelmente.

O reconhecimento do fracasso das reformas de 1960/70 e a emergência de um novo paradigma na ciência, conjuntamente com importantes acontecimentos, nos domínios social, científico e tecnológico, desencadearam mudanças significativas na educação em ciência, impulsionando novas reformas curriculares. Entre estes acontecimentos, destaca-se: a) a massificação do ensino secundário que conduziu a um ensino mais geral e menos selectivo; b) a emergência de questões científicas relacionadas com a sociedade (explosão demográfica, fome, novas doenças, desertificação, desastres ecológicos, mudanças climáticas) que exigem conhecimentos e tomadas de decisões por parte do cidadão; c) o rápido desenvolvimento científico e tecnológico, em áreas como a microelectrónica, energia, biologia molecular e telecomunicações, que introduzem mudanças na vida em sociedade.

Começa então a esboçar-se uma nova reforma no ensino das ciências, marcada pela necessidade de alfabetização científica, que coloca a ênfase no carácter construtivo do conhecimento, na necessidade de compreensão do mundo natural e de aquisição de competências que permitam a participação numa sociedade profundamente marcada pelas realizações científicas e tecnológicas. A prioridade do ensino das ciências passa a ser a qualidade do conhecimento adquirido e a possibilidade deste poder ser aproveitado pelo cidadão. É neste contexto que emerge um novo movimento de reforma que tem subjacente a ideia de um ensino da ciência para todos os cidadãos, como meio de democratizar o uso social e político da ciência.

A renovação curricular emergente insurge-se contra um ensino dogmático, esotérico e unidimensional (Jorge e Oliveira, 1987). As novas tendências para o ensino das ciências procuram acabar com a ruptura existente entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; com a desvalorização dos conhecimentos e concepções dos alunos; e com o privilégio dos alunos mais aptos para a ciência. Procuram igualmente acabar com um ensino baseado na transmissão de conteúdos e de factos descontextualizados da sociedade; na realização ocasional de actividades experimentais, na maioria das vezes com um carácter demonstrativo e ilustrativo; no uso do “método científico”, não como uma metodologia investigativa de resolução de problemas e de desenvolvimento de atitudes científicas, mas antes como uma repetição de fases sequenciais utilizadas rotineiramente.

Em 1981, a *National Science Teachers Association* (NSTA) publicou um documento, em que sistematizou toda a informação relacionada com os estudos realizados sobre o estado da educação em ciência, nos EUA, entre 1977 e 1980, tendo em vista a criação dos fundamentos para a nova reforma curricular do ensino das ciências. Este documento, designado por *Project Synthesis*, apontava para quatro grandes metas do ensino das ciências:

1. Satisfazer as necessidades pessoais, tendo em vista uma melhor adaptação a um mundo em mudança;
2. Resolver problemas sociais, contribuindo para a formação de cidadãos informados e esclarecidos, capazes de tomar decisões responsáveis em questões que envolvam a ciência e a tecnologia;
3. Promover a sensibilização/orientação vocacional, através do conhecimento da natureza e dos objectivos de diversas carreiras profissionais no domínio da ciência e da tecnologia e, ao mesmo tempo, favorecendo a identificação das aptidões e interesses dos alunos;
4. Preparar futuras carreiras, mediante uma formação apropriada ao prosseguimento de carreiras académicas ou profissionais, no domínio das ciências.

No âmbito da educação em ciência, aconteceram importantes desenvolvimentos teóricos sobre a aprendizagem e o ensino das ciências, em parte resultantes de uma viragem paradigmática da psicologia behaviorista para a psicologia construtivista e da epistemologia

empirista para a epistemologia racionalista (Santos, 1991a). Nestes desenvolvimentos, estiveram envolvidos importantes filósofos, como Bachelard, Popper, Lakatos e Kuhn, cujas teorias e argumentos contribuíram para a fundamentação do novo paradigma do ensino da ciência – *Paradigma construtivista*.

A intensificação, verificada a partir de 1970, dos estudos sobre a natureza social da ciência e o extraordinário incremento da ciência e da tecnologia na sociedade impulsionaram novas propostas para o entendimento da ciência, do que é fazer ciência e quais os pressupostos em que esta se baseia (Ávila e Castro, 2000). A nova filosofia da ciência reflecte uma viragem paradigmática, relativamente à natureza do conhecimento científico e à própria evolução deste. O conhecimento científico já não radica em evidências do senso comum, mas em modelos teóricos de aproximação à realidade, ou seja, o ponto de partida da ciência já não é a observação isenta e rigorosa, mas sim as teorias, fruto da actividade especulativa da mente humana, prevalecendo a ideia de que em ciência a teoria precede a observação, havendo um imbricamento inevitável entre as duas (Santos, 1991a). As percepções são modificadas pelo conhecimento conceptual e, como tal, não podem ser encaradas como dados a partir dos quais se constrói o conhecimento (Marques e Praia, 1991). Como salienta Santos (1991b), o novo paradigma

põe, em causa, toda a observação neutra, toda a observação espontânea. Advoga que para observar, a percepção não basta, considera indispensável um enquadramento teórico que oriente a observação. ... Não considera que os ‘factos científicos’ sejam ‘dados’ no sentido empirista da palavra – oferta gratuita do real. Admite pelo contrário, que eles são construídos, ou seja, que resultam de um longo percurso através da teoria. ... Ao invés de serem os factos que conferem significado às teorias, são as teorias que atribuem significado aos factos. (p. 59)

O saber factual e compartimentado da ciência deu lugar a uma visão mais global e a imagem da ciência como conjunto de verdades absolutas e definitivas deu lugar a uma ciência viva, dinâmica, em constante renovação. A construção da ciência serve-se de *metodologia científica*, não linear, não estereotipada, não empírico-indutivista, em que o conhecimento prévio, a criatividade e a inteligência desempenham um papel fundamental. O conhecimento evolui não pela busca de objectos e processos que convêm observar e descrever, mas sim pelos processos de análise e síntese que permitem a evolução progressiva dos conhecimentos, na direcção de uma unidade conceptual mais vasta e mais coerente.

Porrúa e Pérez-Froiz (1993, citados em Martins e Veiga, 1999) apresentam uma síntese dos principais pressupostos da “Nova Filosofia da Ciência”:

1. Não existe “um” método científico, mas sim vários métodos que se aplicam de acordo com as diferentes situações; “o” método científico deve ser ramificado, sinuoso, incerto, dialéctico e pouco estruturado.
2. As hipóteses e teorias científicas não derivam directamente da observação de factos; resultam da imaginação e da criatividade do sujeito, aliadas a métodos de inquérito científico.
3. A observação depende quer das experiências prévias, quer da personalidade de quem observa; observa-se, de acordo com um modelo teórico, o que conduz à elaboração de um conjunto de hipóteses e à luz das quais se planifica; a observação é uma consequência da teoria que a orienta.
4. As teorias científicas nunca podem ser totalmente verificadas; elas mudam, porque outras melhores e mais explicativas as substituem e não porque existam factos que as contrariem; toda a teoria convive com diversas anomalias que nunca são completamente explicadas.
5. As teorias não são cópias do mundo, pois o conhecimento nunca é o reflexo da realidade; são construções do sujeito, individual ou colectivo.
6. A história da ciência não é linear nem cumulativa; avança por rupturas e descontinuidades nas estruturas teóricas.
7. As teorias científicas não são infalíveis; o erro é inerente à própria ciência e ao progresso do conhecimento; todo o conhecimento é hipotético e temporário.
8. A objectividade científica não consiste na concordância com os factos, mas sim na intersubjectividade e consenso temporal, dentro da comunidade científica de investigadores.
9. A ciência não é neutra; as normas e valores são inerentes à própria ciência e o poder político e económico têm sempre algum interesse nela.
10. A ciência não se produz fora do contexto social; a sociedade influencia a ciência e vice-versa; a ciência é uma construção social e está vinculada a um determinado contexto histórico, em que existe uma relação dialéctica entre ciência, tecnologia e sociedade.

A nova filosofia da ciência e as teorias da psicologia construtivista conduziram à intensificação da investigação em ensino e aprendizagem da ciência, de que resultaram desenvolvimentos teóricos importantes. Nesta nova visão da aprendizagem da ciência destaca-se o conceito de *aprendizagem significativa*, que surgiu como resposta às aplicações demasiado ingénuas e espontaneístas da aprendizagem por descoberta (Hernández e Sancho, 1994), chamando a atenção para estratégias de aprendizagem, baseadas em processos de tipo relacional e não simplesmente cumulativos. Trata-se de uma “aprendizagem por assimilação de significados” (Porlán Ariza, 1994), segundo a qual aprender é integrar significativamente os novos conhecimentos na estrutura cognitiva, sendo necessário estar pessoalmente implicado no conteúdo de aprendizagem e relacioná-lo com o que já se sabe sobre este. Assim, “neste contexto teórico, aprender ciência é construir os conhecimentos partindo das próprias ideias dos indivíduos, ampliando-as ou modificando-as segundo os casos” (Varela Nieto e Martínez Aznar, 1997, p. 174).

A fonte do conhecimento não radica nos objectos (epistemologia empirista), nem no sujeito (epistemologia racionalista inatista); é antes o resultado de uma relação dialéctica entre estes. Por um lado, o sujeito constrói um modelo da realidade adaptado aos seus esquemas internos e, por outro, (re)constrói os seus esquemas conceptuais em função da realidade, utilizando processos de diferenciação e reorganização conceptual. Significa que o indivíduo, nas suas dimensões social, cognitiva e afectiva, não é um mero produto do meio, nem das suas disposições internas, mas sim o produto de uma construção pessoal que se produz dia a dia, como resultado da interacção entre esses dois factores. Por conseguinte, o conhecimento não será uma cópia da realidade, mas uma (re)construção idiossincrática, a partir dos esquemas⁷⁴ que o indivíduo já possui. Trata-se de conceber a aprendizagem como um processo dinâmico, contínuo e sempre inacabado, em que as concepções pessoais vão sendo modificadas e os conceitos se vão tornando progressivamente mais explícitos e inclusivos e, simultaneamente, mais diferenciados, adquirindo maior significado. Neste sentido, o indivíduo não é considerado uma “entidade estruturada”, mas sim uma “entidade estruturante” “que se auto-regula e auto-transforma à medida que constrói e transforma os seus conceitos” (Santos e Praia, 1992, p. 26).

Outros desenvolvimentos teóricos estão relacionados com os conceitos de “aprender a aprender” e de “aprendizagem ao longo da vida” que significam, respectivamente, o

⁷⁴ Segundo Carretero, um esquema é uma representação de uma situação concreta ou de um conceito, que permite manejar internamente a nova informação e, deste modo, enfrentar situações iguais ou parecidas na realidade.

autoconhecimento das capacidades cognitivas e a capacidade de uma actualização contínua dos conhecimentos e capacidades que permitam ao indivíduo acompanhar o desenvolvimento progressivo do conhecimento, as inovações tecnológicas e a mobilidade social do mundo actual. A par destes desenvolvimentos teóricos inovadores, surgem importantes modelos de ensino/aprendizagem das ciências, configurados em diferentes paradigmas pedagógicos: *Movimento das Concepções Alternativas*, *Ensino Ciência-Tecnologia-Sociedade*, *Movimento Aprender a Aprender*, *Paradigma da Resolução de Problemas*, *Paradigma do Ensino por Pesquisa*.

3 – AS CORRENTES PÓS-MODERNAS PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS

As reformas operadas no ensino das ciências na década de 1980 procuraram combater o insucesso escolar e o desinteresse generalizado pelas ciências. Apontam para a criação de currículos que privilegiem as dimensões humana e social da ciência e para a valorização do ensino das aplicações práticas da ciência (DeBoer, 1991). Tornando, deste modo, a ciência mais acessível a todos os jovens, ligando-a a situações do quotidiano e a problemas sociais suscitados pelo impacto crescente da ciência e da tecnologia (Yager, 1982, citado em Chagas, s.d.).

Em meados da década de 1990, a comunidade educativa admite que as reformas de 1980 foram ineficazes. Como refere Veiga (1992), o estatuto “oficial” da educação científica das nossas escolas, em nada contribuiu para que os alunos gostassem e apreciassem a ciência; e sentissem a utilidade da sua compreensão. A crescente importância concedida à educação científica e o fracasso escolar do ensino das ciências, aliado ao desinteresse pelos estudos científicos e a uma atitude negativa face à ciência, despoletaram a necessidade de renovação curricular das ciências. O ensino das ciências não se pode limitar à apresentação de factos científicos e tecnológicos. Tem de incluir aplicações concretas a problemas da vida normal do cidadão comum (Sequeira, 1996), preparando os jovens para saberem aprender,

investigar, questionar, construir conhecimentos e utilizar meios tecnológicos, adquirindo as competências necessárias para responderem às situações que irão encontrar no futuro.

O grande desafio que, na viragem do milénio, se colocou aos sistemas educativos foi a criação de currículos de ciências que tivessem por base a “literacia científica” e a “ciência para todos”, duas perspectivas muito próximas, pretendendo a primeira afirmar-se como meta de ensino e a segunda como justificação curricular. Esta nova tendência para o ensino das ciências não visa a formação de uma elite de profissionais da ciência, mas sim a formação de cidadãos. Para isso, procura conciliar a formação especializada, que está na base de futuras profissões e carreiras dos domínios científico e tecnológico, com a necessidade, também essencial, de formar, científica e tecnologicamente, todos os cidadãos, independentemente do seu percurso profissional, ou seja, promover a alfabetização científica e tecnológica básica, generalizada a todos os cidadãos. Quer se trate de currículos para formação de cidadãos, que têm como objectivo a literacia científica, quer se trate de currículos para formar futuros cientistas, importa valorizar positivamente a orientação multidimensional da educação científica *para todos* (Solbes, Vilches e Gil Pérez, 2001).

A Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI (Delors, 1996, p. 77) estabelece os “quatro pilares da educação”, ou seja, as quatro aprendizagens fundamentais:

- 1 - Aprender a conhecer, ou seja, *aprender a aprender*;
- 2 - Aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente;
- 3 - Aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as actividades humanas;
- 4 - Aprender a ser, via essencial que integra as três precedentes.

A necessidade de uma educação científica para todos e as dificuldades que lhe são inerentes culminaram numa problemática que esteve na origem de importantes movimentos de renovação do ensino das ciências e no despoletar da investigação em torno de problemas de ensino e aprendizagem das ciências. É neste contexto que diversas organizações científicas, sobretudo nos EUA, tendo a literacia científica como foco central, desenvolveram, a partir de meados da década de 1980, um intenso debate sobre o rumo do ensino das Ciências Naturais. Deste debate resultaram propostas concretas para a reformulação curricular e diversas recomendações, que viriam a definir as linhas orientadoras para a educação em ciência, visando uma melhor cultura científica para todos os

cidadãos. São exemplos: o projecto *Science for all Americans*, produzido pela *American Association for the Advancement of Sciences* (AAAS), em 1989, e o *National Science Education Standards*, publicado em 1996, sob a égide do *National Research Council* (NRC). O primeiro, com uma ampla difusão na Europa, incluindo Portugal, serviu de base à criação de um grande referencial curricular, o Projecto 2061⁷⁵.

O projecto “ciência para todos” fundamenta-se nos quatro pressupostos da perspectiva de literacia científica, aceite na altura: a) compreender que a ciência, a matemática e a tecnologia são interdependentes e que apresentam potencialidades e limitações; b) compreender conceitos-chave e princípios científicos; c) reconhecer a diversidade e unidade do mundo natural; d) utilizar conhecimentos e processos científicos na abordagem de questões individuais e sociais.

Mantendo o princípio do desenvolvimento da literacia científica e tecnológica para todos os cidadãos, a AAAS publicou o *Benchmarks for Science Literacy* (1993) que estabelecia os níveis de literacia científica a desenvolver pelos alunos, até ao final do ensino secundário. Constituiu um documento de grande importância para a definição da estrutura e desenho curricular do ensino das ciências, bem como para a concepção, desenvolvimento e avaliação dos recursos didácticos de apoio (Martins, 2003a).

O *National Science Education Standards* foi um referencial igualmente importante, pois estabeleceu um conjunto de critérios que permitiam orientar o desenvolvimento curricular, a formação de professores, as práticas de ensino/aprendizagem, a gestão de recursos e os programas educativos da escola. Este documento descreve, ainda, as competências em literacia científica que os cidadãos devem adquirir, como resultado das suas experiências de aprendizagem ao longo do percurso escolar e ao longo da sua vida.

Enquanto que a AAAS apela a mudanças substanciais e significativas nos currículos de ciências, nos métodos de ensino e nas formas de avaliação, o NRC propõe um currículo básico para todos, estabelecendo as competências que a educação em ciência deve desenvolver nos alunos, desde o jardim-de-infância, até ao final do ensino secundário. De acordo com esta organização, os alunos necessitam de aprender os conceitos e processos da ciência, de desenvolver o raciocínio e, ainda, de compreender a natureza da ciência (NRC, 2000).

⁷⁵ O título está relacionado com um facto histórico. A passagem do cometa *Halley*, próximo da Terra, deu-se em 1985, ano em que nasceu o projecto, estando prevista a sua próxima passagem pela Terra, em 2061.

No geral, podemos afirmar que estes projectos corroboram os mesmos princípios, porque ambos visam promover a alfabetização científica, matemática e tecnológica, para melhorar a qualidade de vida das pessoas, tornando-a mais interessante, responsável e produtiva. Nesta perspectiva, o estudo da ciência deverá promover a aquisição de conhecimentos úteis, da capacidade de pensar e agir autonomamente e de competências investigativas, que não só permitam a compreensão e transformação do mundo, mas também a auto-regulação das aprendizagens, a satisfação pessoal e a responsabilização social (Canavarro, 1999).

Os trabalhos realizados por estas organizações fizeram despoletar, no seio da comunidade educativa, uma intensa discussão sobre as finalidades, dimensões e orientações da educação científica. Para Reid e Hodson (1993), um currículo de ciências orientado para o desenvolvimento de uma cultura científica e tecnológica deve ter finalidades (associadas a determinadas competências, necessárias ao cidadão) em três domínios que, por ordem de prioridade, são: o aluno, a sociedade e a ciência. Na opinião destes autores, os currículos de ciências da década de 1960 colocaram ênfase nas finalidades centradas na ciência. Na década de 1990 houve sinais de alguma mudança para finalidades centradas na sociedade, mas pouca evidência de uma mudança para as finalidades centradas nos alunos.

Ainda de acordo com estes autores, as “finalidades centradas no aluno” devem promover o seu desenvolvimento pessoal e social, através da aquisição de competências, atitudes, valores e destrezas que permitam a utilização da ciência, na melhoria da sua vida. Estas finalidades requerem:

- a) O desenvolvimento de habilidades de comunicação de ideias e de sentimentos;
- b) O estabelecimento de um sentido de identidade e adequação pessoal e social, incluindo confiança na própria habilidade para abordar e resolver problemas;
- c) O desenvolvimento da auto-estima, através de experiências e aprendizagens com êxito;
- d) A formação de relações maduras com os outros, incluindo a responsabilidade para assumir os seus actos e para cooperar com os outros;
- e) O desenvolvimento do interesse e gosto pela ciência.

As “finalidades centradas na sociedade” devem contribuir para a formação de cidadãos cientificamente cultos, capazes de agir e tomar decisões, de forma consciente, sobre os problemas criados pela ciência e tecnologia na sociedade. Estas finalidades requerem:

- a) A compreensão básica da natureza das sociedades desenvolvidas e das complexas interações entre a ciência, tecnologia e sociedade, tendo em conta questões nacionais e mundiais contemporâneas, a par de questões locais e perspectivas históricas;
- b) A consciencialização de que, na tomada de decisões, os critérios científicos e tecnológicos têm de estar equilibrados com as considerações económicas éticas e sociais.

As “finalidades centradas na ciência” visam:

- a) A aquisição de conhecimentos e a compreensão de conceitos, factos e teorias científicas, através de estudo sistemático e da experimentação;
- b) A aquisição de certas capacidades cognitivas e psicomotoras, associadas à prática da ciência;
- c) A capacidade para utilizar os conhecimentos e os processos científicos, para a compreensão e exploração de fenómenos físicos e para a resolução de problemas;
- d) A aquisição de atitudes científicas de observação do mundo.

De acordo com Hodson (1998), o ensino das ciências deve desenvolver-se em três vertentes:

1. Aprender ciência (adquirir conhecimento conceptual e teórico fundamental – *ciência pura*);
2. Aprender a fazer ciência (adquirir experiência em investigação científica e capacidade de resolução de problemas – *ciência para a acção*);
3. Aprender sobre ciência (compreender a natureza e os processos da ciência, a sua história e evolução e as complexas interações entre ciência, tecnologia e sociedade – *ciência para os cidadãos*).

Estas três vertentes apontam para uma educação multidimensional, ou seja, uma “educação em ciência” e “sobre a ciência”, centrada na sua estrutura conceptual e processual; e “pela ciência”, visando a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados.

Na opinião de Keeves e Aikenhead (1995, citados em Canavarro, 1999), o currículo de ciências deve incluir cinco áreas temáticas:

1. Estudo de questões ambientais;
2. Abordagens CTS⁷⁶ (Ciência-Tecnologia-Sociedade);
3. Temas de História, Filosofia e Sociologia da Educação;
4. Valorização da tecnologia como área formativa, promovendo o treino de competências relacionadas com o mundo actual, em áreas como as novas tecnologias de informação e comunicação;
5. Desenvolvimento de competências científicas (questionar, observar, tratar informação, recolher dados,...), como parte integrante da formação escolar em ciências.

Trindade (1996b), tomando como referência as propostas da Conferência de Leeds (1973), da *Association for Science Education* (1973, 1981) e do *Project 2061 – Science for all American* – (1990), apresenta uma sistematização dos objectivos do ensino das ciências, que promovem o alfabetismo científico, contribuindo para o desenvolvimento das competências necessárias ao cidadão comum:

1. Conservação e desenvolvimento do ambiente físico e cultural, através do estudo das relações ciência-tecnologia-sociedade-(ambiente);
2. Compreensão da natureza e processos da ciência;
3. Desenvolvimento e consolidação de atitudes positivas para com a ciência e a comunidade científica em geral;
4. Reconhecimento dos valores inerentes à actividade científica (a formulação de hipóteses adequadas, o rigor dos desenhos metodológicos, o cuidado nas previsões,...) e a sua relevância na vida quotidiana (a curiosidade, a honestidade intelectual, a abertura a novas ideias, o cepticismo informado,...);
5. Desenvolvimento e consolidação da crença sobre o valor social da ciência, ligando a evolução do conhecimento científico com a melhoria da qualidade de vida da humanidade.

⁷⁶ Apesar da tendência actual apontar para a perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), encontramos na literatura diversos autores que referem apenas a três dimensões: ciência, tecnologia e sociedade, pelo que quando citamos estes autores utilizamos a expressão original.

Segundo Klopfer (1985), o ensino das ciências, na perspectiva da alfabetização científica, caracteriza-se por quatro componentes:

1. Conhecimento dos factos, conceitos, princípios e teorias mais importantes;
2. Capacidade de aplicar esses conhecimentos a situações do quotidiano;
3. Compreensão das ideias fundamentais sobre a natureza da ciência e sobre as interações entre ciência-tecnologia-sociedade;
4. Adopção de uma atitude informada para com a ciência e interesse por problemas de natureza científica.

Olorundare (1988, citado em La Torre La Torre e Sanfélix Yuste, 2000) acrescenta uma quinta componente, a habilidade para usar os procedimentos da investigação científica.

Em suma, os diversos trabalhos desenvolvidos, no âmbito da educação em ciência, apontam para a necessidade dos currículos de ciências incluírem as três dimensões da ciência (heurística, histórica e epistemológica, humanística). Esta perspectiva traduz-se numa aproximação à natureza da ciência, à prática científica e, sobretudo, às relações ciência-tecnologia-sociedade (Solbes *et al.* 2001). As reformas curriculares que estão em curso, um pouco por todo o lado, são, em si mesmo, o reflexo de que é preciso mudar o rumo da educação científica, nos seus objectivos e nas metodologias de ensino (Martins, 2002b). O grande objectivo é promover um ensino das ciências que vá muito para além da instrução científica (baseada unicamente na transmissão/aquisição de conhecimentos científicos); que aposte na construção de conceitos, num quadro de competências, atitudes e valores, que permita aos alunos compreender e valorizar o papel de uma perspectiva global de ciência; que responda aos constantes desafios e mudanças das sociedades contemporâneas e futuras; que ensine os jovens a saber enfrentar a evolução do conhecimento científico e tecnológico, em vez de ensinar apenas aquilo que já é conhecido.

3.1 – Breve Análise Crítica da Política Educativa Portuguesa em Relação ao Ensino das Ciências

Os projectos desenvolvidos pela *National Research Council* e pela *American Association for the Advancement of Sciences* constituíram as mais recentes influências de política educativa para a educação em ciência, tanto em países europeus, incluindo Portugal, como em países americanos (Dana *et al.*, 1998). A preocupação com a educação científica e tecnológica está hoje patente nos currículos de ciências de diversos países da União Europeia (Comissão Europeia, 1995).

O enquadramento teórico assumido, quer no Currículo Nacional do Ensino Básico, quer nas Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais, integram os aspectos da nova filosofia da ciência e são coerentes com as correntes contemporâneas da psicologia e sociologia, integrando os princípios e recomendações propostos por importantes organizações e autores reconhecidos internacionalmente. No entanto, importa salientar que a predominância de um paradigma não exclui formas de pensamento divergentes, antes pelo contrário, a coexistência pode permitir compreender melhor os múltiplos matizes da complexidade do ensino.

3.1.1 – O currículo nacional do ensino básico

Desde o século XIX que os currículos escolares são construídos a partir de um núcleo de conteúdos académicos, em torno dos quais se articulam as novas aquisições. Esta concepção evoluiu para a noção de tronco comum, constituído por disciplinas de estudo obrigatório para todos os alunos. Numa perspectiva mais recente, o núcleo de disciplinas deu lugar a um núcleo constituído por conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, considerados necessários para o exercício da cidadania (Landshere, 1994, p. 75).

No Currículo Nacional para o Ensino Básico, está subjacente uma concepção de currículo abrangente, que não se identifica com uma lista de disciplinas ou com um plano de estudos para cada ciclo ou ano de escolaridade, nem com o conceito clássico de “programa disciplinar”, confinado a uma lista de conteúdos e métodos a ensinar dentro das aulas que lhe

são especificamente destinadas. A nova concepção de currículo refere-se ao conjunto das aprendizagens que os alunos realizam, ao modo como estão organizadas, ao lugar que ocupam e ao papel que desempenham no percurso escolar, ao longo do ensino. Constitui um referencial da prática pedagógica, define os conhecimentos, capacidades e atitudes que o aluno deve atingir, no final do ensino básico e no âmbito de cada uma das áreas disciplinares, e estabelece o modo como a aprendizagem deve decorrer, em função das experiências de aprendizagem que propõe (ME-DEB, 2001a).

O Currículo Nacional é o resultado de um processo de inovação que teve início no ano lectivo de 1996/97, quando o Ministério da Educação, através do Departamento da Educação Básica, lançou o projecto de *reflexão participada sobre os currículos do ensino básico* (Despacho n.º 4848/97, de 30 de Julho), com o propósito de contribuir para a construção de uma escola mais humana e inteligente, tendo em vista a formação e o desenvolvimento integral de todos os seus alunos e a promoção de aprendizagens realmente significativas. O Currículo Nacional é “entendido como um conjunto de aprendizagens e competências, integrando os conhecimentos, as capacidades, as atitudes e os valores, a desenvolver pelos alunos ao longo do ensino básico, de acordo com os objectivos consagrados na Lei de Bases do Sistema Educativo para este nível de ensino” (Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro).

Roldão (2003) considera que o Currículo Nacional do Ensino Básico apresenta características diferentes dos habituais textos programáticos. Verifica-se, “no plano curricular, uma ruptura fundamental relativamente às lógicas de funcionamento e gestão do currículo do sistema português” (p. 77). A mesma autora, noutra obra (Roldão, 2002), explica as razões destas diferenças:

1. Institui-se, pela primeira vez a ideia de que o currículo é aquilo que se espera que os alunos fiquem a saber e a ser capazes de fazer e agir, depois de ter frequentado a escola;
2. Assume-se a noção de currículo nacional como corpo de aprendizagens, resultante de todo o conhecimento proporcionado, de todas as metodologias desenvolvidas, de todos os recursos disponibilizados nas diferentes áreas, que deve ser garantido pelas escolas e regulado pelo Estado e que deve ser verificado e controlado pela sociedade;

3. Pela primeira vez, o currículo é orientado para resultados, aquilo que constitui objecto de ensino e de avaliação, não se organiza em função de sequências temáticas, mas em função da manifestação das competências pretendidas.

Da nossa análise sobre o Currículo Nacional do Ensino Básico, destacamos as principais características deste importante documento da política educativa nacional:

- Conceito de currículo abrangente, contrariando a forte tradição de produção de orientações programáticas baseadas em tópicos específicos e dispersas pelas disciplinas e anos de escolaridade;
- Organização curricular baseada em competências;
- Situa os objectivos das ciências entre conteúdos, processos e atitudes;
- Proposta de abordagem de diversos temas transversais às várias áreas curriculares e disciplinas;
- Desenvolvimento de algum grau de autonomia, em relação ao uso do saber;
- Articulação entre as competências e a escolha das experiências educativas a proporcionar aos alunos;
- Reconhecimento de um clima de grandes mudanças nos domínios social, científico, tecnológico, cultural e económico;
- Valorização das dimensões ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, no conjunto do currículo;
- Educação científica e tecnológica adequada às exigências da vida real e quotidiana;
- Ênfase da “ciência para todos” e da “literacia científica”, incluindo ciência e tecnologia;
- Ideia de socialização e de aprendizagem cognitiva;
- Valorização do papel do professor e da sua formação.

O Currículo Nacional explicita o que deverá ser estruturante ao longo do desenvolvimento curricular, em cada um dos ciclos do ensino básico, bem como o perfil de competências à saída. Estabelece as orientações sobre as aprendizagens consideradas

fundamentais, em termos das competências essenciais⁷⁷, quer transversais, quer específicas, das diversas disciplinas (domínios do saber), assim como as experiências de aprendizagem mais favoráveis ao desenvolvimento dessas competências, que todos os alunos devem ter oportunidade de viver no seu percurso escolar, ao longo do ensino básico. Naturalmente, as competências e experiências de aprendizagem consideradas essenciais, a nível nacional, constituirão uma referência, à luz da qual os currículos de cada área curricular e disciplina devem ser interpretados.

Deve sublinhar-se que o novo currículo assenta na formulação de competências, entendidas como “saber em acção ou em uso”, que visa “promover o desenvolvimento integrado de capacidades e atitudes que viabilizam a utilização dos conhecimentos em situações diversas, mais familiares ou menos familiares ao aluno” (DEB-ME, 2001a, p. 9), adoptando-se uma noção de competência abrangente e integrada. No fundo, o currículo nacional traduz o princípio geral que inspira a discussão internacional sobre competências, melhorar o “nível educacional das populações, ampliando e aprofundando a literacia, no sentido de domínio funcional de diversos instrumentos de conhecimento e cultura” (Roldão, 2003, p. 75).

Este currículo deve ser “entendido à luz dos princípios de diferenciação pedagógica, adequação e flexibilização” (DEB-ME, 2001, p. 11), constituindo uma referência nacional “para o trabalho dos professores, apoiando a escolha das oportunidades e experiências educativas que se proporcionam a todos os alunos, no seu desenvolvimento gradual ao longo do ensino básico” (DEB-ME, 2001, p. 9). A base de trabalho do professor não são conteúdos, nem objectivos, como acontecia com os currículos anteriores; a sua base de trabalho são as competências que fornecem as orientações gerais para os conteúdos (conceptuais, procedimentais, epistemológicos e atitudinais), para as experiências de aprendizagem (estratégias, recursos) e para a avaliação. Na verdade, trata-se de um currículo que procura veicular uma visão holística e integradora dos saberes, opondo-se aos currículos que veiculam uma visão fragmentada e atomista da ciência.

⁷⁷ Conjunto de saberes que se consideram fundamentais, para que os alunos desenvolvam uma compreensão da natureza e dos processos de cada uma das disciplinas, assim como uma atitude positiva, face à actividade intelectual e ao trabalho prático que lhe são inerentes (ME-DEB, 2001a).

No Currículo Nacional, são enunciadas as competências consideradas essenciais, ou seja, os saberes considerados fundamentais para todos os cidadãos, na sociedade actual, tanto a nível geral (Quadro 14), como nas diferentes áreas e disciplinas do currículo. Por conseguinte, as competências são diferenciadas em dois níveis: competências gerais que definem um perfil à saída do ensino básico; e competências específicas que dizem respeito a cada uma das áreas curriculares e disciplinas, no conjunto dos três ciclos e em cada um deles.

Quadro 14

Competências Gerais Definidas no Currículo Nacional do Ensino Básico

- 1 - Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano.
- 2 - Usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar.
- 3 - Usar correctamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio.
- 4 - Usar linguagens estrangeiras para comunicar adequadamente em situações do quotidiano e para apropriação de informação.
- 5 - Adoptar metodologias personalizadas de trabalho e de aprendizagem adequadas a objectivos visados.
- 6 - Pesquisar, seleccionar e organizar informação para a transformar em conhecimento mobilizável.
- 7 - Adoptar estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões.
- 8 - Realizar actividades de forma autónoma, responsável e criativa.
- 9 - Cooperar com os outros em tarefas e projectos comuns.
- 10 - Relacionar harmoniosamente o corpo com o espaço, numa perspectiva pessoal e interpessoal promotora da saúde e da qualidade de vida.

Estas dez competências, que definem o perfil do aluno no final do ensino básico, devem ser objecto de operacionalização transversal, no âmbito de cada área curricular e disciplina. Contudo, as ciências desempenham um papel particularmente importante, no desenvolvimento das competências, para “mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano” (ME-DEB, 2001a, p.15).

Da análise destes dez enunciados, podemos afirmar que, no final do ensino básico, os alunos deverão ser capazes de: utilizar conhecimentos, resolver problemas, tomar decisões, aprender a aprender, comunicar em diferentes línguas e linguagens, pesquisar e utilizar

informação, agir com autonomia e responsabilidade, cooperar e relacionar-se de forma harmoniosa e saudável com os outros e com o mundo.

As competências enunciadas traduzem uma cultura geral que todos devem desenvolver no decurso do ensino básico, evidenciando que não basta adquirir conhecimentos (termos, conceitos, factos e procedimentos “básicos”). É necessário compreender, dar sentido e saber usar o que se aprende, assim como desenvolver o gosto por aprender e a autonomia no processo de aprendizagem, ou seja, a aquisição progressiva de conhecimentos deve ser enquadrada pelo desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes favoráveis à aprendizagem.

As competências específicas encontram-se organizadas por domínios do saber e, dentro de cada um deles, por ciclos de estudo. Estas dizem respeito aos saberes que, no âmbito de cada área curricular e disciplina, permitem desenvolver uma compreensão da natureza e dos processos dessa disciplina, assim como uma atitude positiva face à actividade intelectual e ao trabalho prático que lhe são inerentes. Deste modo, é no domínio das Ciências Físicas e Naturais que se define o papel das ciências, no currículo do ensino básico, e se explicita o seu contributo para o desenvolvimento das competências gerais e de competências específicas para a literacia científica.

No Currículo Nacional do Ensino Básico, explicita-se, ainda, um conjunto de acções relativas à prática docente, que se reconhecem essenciais para o adequado desenvolvimento dessas competências. Estas acções colocam ênfase no uso de situações reais, problemas e questões do quotidiano; na identificação e articulação de saberes necessários para a compreensão das mesmas; na utilização de técnicas, instrumentos e formas de trabalho diversificadas; e no recurso a actividades cooperativas de aprendizagem orientadas para a integração e troca de saberes, nomeadamente a realização de projectos.

Neste sentido, trata-se de uma organização curricular que se identifica com os princípios da “Educação Pluridimensional”, nas suas dimensões curricular, extracurricular e interactiva. O paradigma da Educação Pluridimensional e da Escola Cultural (Correia, 1995; Patrício, 1997) coloca o aluno no centro do processo educativo; privilegia o uso de métodos socializados, com o recurso a técnicas de resolução de problemas, actividades de pesquisa e desenvolvimento de projectos; e aposta numa relação pedagógica de tipo contratual, baseada no princípio da autonomia. Os temas de estudo relacionam-se com problemas actuais: a

ecologia, a saúde, os direitos e deveres humanos, a defesa do consumidor, a cidadania e os *media*.

3.1.2 – Orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico. Área de ciências físicas e naturais

O primeiro aspecto a salientar prende-se com a designação adoptada – “orientações curriculares” em vez de “programa” – que se justifica com a ideia da flexibilização curricular que dá aos professores a possibilidade de gestão de conteúdos e de implementação de experiências educativas, de acordo com os alunos e contextos diferenciados, conferindo legitimidade ao conhecimento prático pessoal do professor, à gestão do conteúdo e ao seu papel como construtor de currículo.

As orientações curriculares devem ser entendidas como um percurso de aprendizagem, organizado para alcançar as aprendizagens pretendidas, ou seja, as competências definidas no currículo. Portanto, o que está em causa não é tanto o cumprimento do “programa”, mas sim o cumprimento do currículo (Roldão, 2003).

A concretização da matriz curricular da área das Ciências Físicas e Naturais (3º ciclo do ensino básico) é apresentada num documento único (ME-DEB, 2001b), em que são identificados os contributos de cada uma das disciplinas que a integram (Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas) e sugerida a distribuição dos temas por ano de escolaridade. No entanto, cabe à escola, no contexto do seu projecto curricular (de escola e de turma) e de acordo com os princípios da gestão flexível do currículo, decidir o modo como as orientações para as duas disciplinas serão desenvolvidas ao longo do ciclo. Para isso, é fundamental a colaboração entre os professores dos dois grupos disciplinares, a qual pode assumir formas diversas, desde a simples articulação programática, passando pelo desenvolvimento de projectos comuns, até à planificação em conjunto ou mesmo situações de co-docência.

As Orientações Curriculares para a área de Ciências Físicas e Naturais do ensino básico podem ser caracterizadas pelos seguintes aspectos:

- Apoiam a construção de uma nova cultura de currículo e práticas mais autónomas e flexíveis de gestão curricular;
- Promovem a integração de saberes;
- Atendem ao indivíduo (interesses e necessidades);
- Atendem aos contextos;
- Pressupõem trabalho de equipa entre os professores de Ciências Físico-Químicas e de Ciências Naturais;
- Valorizam as actividades de pesquisa;
- Colocam ênfase nos três domínios: saber ciência, saber fazer ciência e saber acerca da ciência.

O conceito de educação para a cidadania subjacente no currículo aponta para três vertentes: a) o desenvolvimento de competências de pensamento potenciadoras da capacidade de aprender a aprender; b) o desenvolvimento da capacidade reflexiva c) o desenvolvimento de competências em literacia científica.

Na área das Ciências Físicas e Naturais são definidas competências específicas em literacia científica, que se inscrevem em diferentes domínios, tais como o conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes, que não devem ser considerados independentes, mas sim de forma integrada. O desenvolvimento destas competências exige o envolvimento dos alunos em experiências educativas diferenciadas, que vão ao encontro dos seus interesses pessoais e que estejam em conformidade com o que se passa à sua volta.

Tendo como pressuposto ser o aluno o agente da sua própria aprendizagem, os novos currículos propõem experiências educativas, em que os conceitos são construídos a partir da experiência de cada um e de situações concretas. Deste modo, são abordados sob diferentes pontos de vista, com progressivos níveis de rigor e formalização, estabelecendo ligação entre a ciência e a vida real, com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e com questões de outras áreas disciplinares.

A resolução de problemas, a concepção e o desenvolvimento de projectos e a realização de actividades investigativas são algumas das experiências educativas propostas. Com efeito, estas envolvem situações e vivências muito diversificadas: trabalho cooperativo e individual, uso de metodologia científica, utilização de tecnologias de informação e

comunicação, pesquisa de informação em diversas fontes, tomadas de decisão e resolução de problemas. Através da vivência destas situações, os alunos adquirem competências específicas, relativas a um pensar a ciência e à forma como esta se constrói e se relaciona com a tecnologia, a sociedade e o ambiente, desenvolvendo paralelamente atitudes e comportamentos sociais relevantes na formação para a cidadania, como sejam a partilha, a autonomia e a responsabilidade.

Deve, contudo, observar-se que a concretização deste tipo de actividades inclui a reflexão sobre o trabalho realizado e articula-se com o estudo e com a aprendizagem dos conceitos fundamentais, visto que a construção de conhecimentos e processos de pensamento estruturados faz parte integrante do que a escola tem por função promover, sendo aliás inerente à noção de competência.

Para desenvolver as competências em literacia científica, o ensino das ciências, nos três ciclos do ensino básico, organiza-se em torno de quatro temas organizadores: *Terra no espaço*, *Terra em transformação*, *Sustentabilidade na Terra* e *Viver melhor na Terra*, cujo esquema organizador se apresenta na Figura 3.

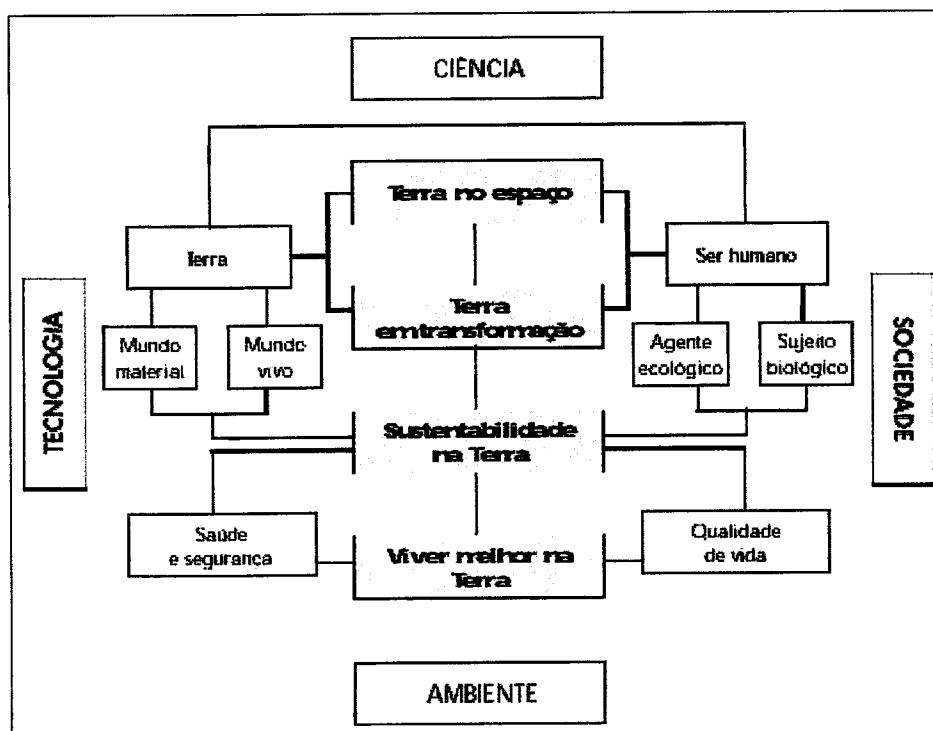


Figura 3. Esquema organizador dos quatro temas da área de Ciências Físicas e Naturais.

Este esquema organizador “salienta a importância de explorar os temas numa perspectiva interdisciplinar, em que a interação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente deverá constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos” (DEB-ME, 2001a, p. 134). Esta vertente proporciona aos alunos não só o acesso aos produtos da ciência mas também aos seus processos, através da compreensão das potencialidades e limites da ciência e das suas aplicações tecnológicas na sociedade. Permite, ainda, uma tomada de consciência da intervenção humana, no que respeita aos significados científico, tecnológico e social, importante para uma educação para a cidadania mais abrangente. Na abordagem dos temas organizadores, inclui as componentes científica, tecnológica, social e ambiental, embora seja diferente a ênfase a dar na exploração destas componentes, em cada tema. Os temas organizadores estão articulados de modo que após terem compreendido conceitos relacionados com a estrutura e funcionamento do sistema Terra, os alunos sejam capazes de os aplicar em situações que contemplem a intervenção humana na Terra e a resolução de problemas daí resultantes, visando a sustentabilidade na Terra.

Nesta organização curricular, o reconhecimento e integração da tecnologia na educação científica é particularmente importante, dando sentido a um conceito de literacia científica que engloba ciência e tecnologia. Esta situação, segundo Martins (2003a) não se verificava nos currículos anteriores, em que a tecnologia, de um modo geral, era remetida para um lugar de subalternidade, relativamente às outras dimensões da ciência.

As orientações curriculares para o estudo das Ciências Físicas e Naturais são apresentadas em dois níveis diferentes. No primeiro nível, desenvolve-se cada um dos temas organizadores, através de dois conjuntos de questões de partida, relacionadas com conteúdos das duas disciplinas: um, de abordagem mais geral, que implica, por vezes, a natureza da ciência e a do conhecimento científico; o outro, de abordagem mais específica. O objectivo é mostrar o carácter unificador de questões possíveis, chamando a atenção para os fenómenos que exigem explicações científicas provenientes de áreas diferentes do conhecimento.

No segundo nível, aparecem algumas indicações de desenvolvimento dos conteúdos referidos anteriormente, num conjunto de sugestões de experiências educativas conducentes ao desenvolvimento de competências de natureza diversa. Trata-se de

propostas que podem ser seguidas, adaptadas ou substituídas por outras que os professores entendam, de acordo com as características dos alunos e contextos educativos.

CAPÍTULO 3

ENSINO DAS CIÊNCIAS E LITERACIA CIENTÍFICA

Este Capítulo tem como tema central a literacia científica e encontra-se dividido em quatro partes. Na primeira parte apresentamos alguns conceitos de literacia científica. Na segunda parte referimo-nos a diversos estudos, nacionais e internacionais, sobre literacia científica e outros sobre atitudes, concepções e interesses dos alunos pela ciência. Na terceira parte relacionamos o ensino das ciências com a literacia científica e a cidadania.

Na quarta parte, abordamos a problemática do desenvolvimento curricular centrado na literacia científica, tomando como referência as intenções curriculares expressas no Currículo Nacional do Ensino Básico, no que diz respeito a princípios e valores orientadores e às competências essenciais (gerais e específicas), e os pressupostos que definem a área curricular de Ciências Físicas e Naturais. Começamos pela caracterização e reflexão sobre as componentes do currículo, isto é, as competências, os objectivos, os conteúdos, as experiências educativas e a avaliação. Prosseguimos com referência às principais vertentes ou pressupostos de um desenvolvimento curricular, centrado na literacia científica: a flexibilidade curricular, a contextualização do ensino, a interdisciplinaridade, a aprendizagem construtivista, o uso das novas tecnologias de informação e a comunicação. No sentido de clarificar e aprofundar estes pressupostos, recorreremos a diversos documentos de organizações internacionais e às opiniões e argumentos de vários especialistas.

I – O CONCEITO DE LITERACIA CIENTÍFICA

O conceito de literacia tem as suas raízes num conceito mais abrangente, a alfabetização. Na literatura, enquanto que alguns autores distinguem entre literacia e alfabetização, outros atribuem-lhe o mesmo valor semântico, sendo o primeiro utilizado, sobretudo, por autores de origem anglo-saxónica.

Benavente (1996) distingue estes dois conceitos do seguinte modo: a alfabetização, como acto de ensinar e de aprender (a leitura, a escrita e o cálculo); e a literacia, como capacidade de usar não só as competências (ensinadas e aprendidas) de leitura, de escrita e de cálculo, mas também as competências que tenham a ver com as exigências sociais, profissionais e pessoais com que cada indivíduo se depara, na sua vida quotidiana. Este conceito, para além de incluir a capacidade compreensão e descodificação de informação escrita, inclui um conjunto de capacidades de processamento de informação em diferentes contextos.

Na verdade, o conceito de alfabetização, tradicionalmente circunscrito à aquisição de habilidades designadas por ler, escrever e contar (Simões, 1991), encontra-se, actualmente, na generalidade dos países, associado não só a capacidades de leitura e escrita, mas também à aplicação dessas capacidades, ou seja, ao processamento de informação com fins específicos e em contextos específicos (Martins, 2002a). Trindade (2003) acrescenta que historicamente, “o conceito de literacia tende a vir associado ao desenvolvimento do pensamento abstracto, abertura de espírito, intensificação e alargamento de trocas intelectuais, independência de pensamento e acção individuais” (p. 63).

O reconhecimento da importância da alfabetização no mundo contemporâneo, levou a UNESCO a realizar em 1965, um Congresso mundial dos ministros da educação sobre a Eliminação do Analfabetismo (Teerão, Setembro de 1965)⁷⁸, no qual foi lançado o conceito de *alfabetização funcional* que enfatiza a relação entre alfabetização e desenvolvimento.

Os conceitos de alfabetização funcional e de analfabetismo funcional foram introduzidos para distinguir os diferentes níveis de competências que separam as pessoas que mal sabem ler e escrever (“analfabetos de base”), das que são capazes de utilizar esse saber

⁷⁸ UNESCO, 1975.

de forma operacional, no trabalho, em casa e na comunidade (alfabetizados funcionais) (OCDE, 1994). Com efeito, segundo a OCDE,

o nível de alfabetização parece estreitamente ligado a toda uma série de ‘competências secundárias’ que permitem ao indivíduo executar novas tarefas (aplicando de forma diferente competências já adquiridas) ou executar tarefas específicas no âmbito de objectivos mais vastos (associando várias competências para resolver problemas complexos). (p. 28)

O conceito emergente de “alfabetização funcional”, coloca ênfase em capacidades que vão mais além do saber ler, escrever e contar, tal como se pode ler no relatório final do Congresso de Teerão:

o processo de ler, escrever e contar deve ... conduzir não só a conhecimentos gerais elementares, mas também à formação para o trabalho, ao aumento da produtividade, a uma maior participação na vida civil, à melhor compreensão do mundo que nos rodeia e abrir, por fim, o caminho a uma cultura humana básica. (Hunter, 1987, citado em Simões, 1991, p. 491)

Este novo conceito foi aplicado no desenvolvimento de um Programa Experimental Mundial de Alfabetização funcional, executado entre 1967 e 1973, com o objectivo “de mobilizar, de formar e de educar a mão-de-obra ainda subutilizada, a fim de a tornar mais produtiva, mais útil a si própria e à sociedade” (UNESCO, 1975, p. 12).

A OCDE (1994) definiu a alfabetização como um conceito social, que tem evoluído ao longo dos tempos, muitas vezes em consequência de profundas mutações económicas, considerando que o nível de alfabetização depende da “cultura e da época” pelo que, os progressos científicos e tecnológicos vão elevar o nível de competências exigido aos cidadãos e considera, ainda, que as competências ligadas à alfabetização são indissociáveis do contexto em que deve ser aplicadas.

O novo conceito de alfabetização, ao evidenciar a necessidade de promover a aquisição de competências profissionais e conhecimentos utilizáveis, afasta-se do conceito tradicional e adquire um significado mais amplo, podendo ser aplicado numa grande variedade de áreas, disciplinas e domínios do conhecimento. Como sublinha Trindade (2003,), “a proliferação pós-moderna da utilização do significante “*literacias*” levou à ultrapassagem absoluta e irreversível do conteúdo semântico de alfabetização” (p. 63). Assim, surgem designações como “literacia das artes”, “literacia matemática”, “literacia da leitura”, “literacia tecnológica” e “literacia científica”, entre outras.

No que diz respeito à utilização da expressão “literacia científica”⁷⁹, Valente (2002a) afirma que o termo “literacia científica” data dos anos 40 do século passado, embora acrescente que, só uma década depois, este se estabeleceu, enquanto “ideia força”. Porém, Chagas (s.d., citando Paella, O’Hearn e Gale, 1963), refere que o termo surgiu pela primeira vez, nos Estados Unidos da América, em 1957, num artigo da *Saturday Review*, da autoria de Bailey; e que, um ano depois, já Hurd discutia o seu significado em escolas americanas, debatendo aspectos como a observação da ciência, a natureza da ciência, a ciência do conhecimento e o modo como todos estes se combinam para resolver problemas no mundo real. De facto, a controvérsia, instalada no final da década de 1960 entre um estudo da ciência centrado em disciplinas e um estudo da ciência com base na relevância social (Raizen, 1991, citado em Canavarro, 1999), parece ter contribuído para a emergência do conceito de literacia científica, entendido como aptidão para lidar com a ciência.

A literacia científica sendo um conceito móvel, é dinâmico e relativo a um contexto sociotemporal particular (Simões, 1991), pelo que só se pode compreender e definir dentro da cultura, da língua e da época na qual existe (Wagner, 1998). Da revisão da literatura por nós realizada, constatamos que são utilizadas diversas expressões com valor semântico similar: “literacia científica”, “alfabetização científica”, “cultura científica”, “compreensão pública da ciência”, “alfabetização científico-tecnológica”. Os significados destas expressões apresentam algumas diferenças que denotam os posicionamentos teóricos dos seus autores. Mas, de um modo genérico, estas referem-se à capacidade do sujeito utilizar, com sucesso pessoal e social, conhecimento científico e tecnológico, dando simultaneamente o seu contributo para o desenvolvimento e melhoria do mundo à sua volta (AAAS, 1993; Fonseca, 1994). Apesar de não haver uma definição aceite por todos, reproduzimos aquelas que nos parecem mais significativas, no contexto da educação em ciência.

Miller (1998, citado em Ávila e Castro, 2000) estabelece um paralelismo entre os conceitos de literacia e literacia científica, afirmando que a literacia científica tem origem no conceito mais abrangente de literacia. Enquanto que esta se reporta, genericamente, à capacidade de ler e escrever, a literacia científica pode ser definida como a capacidade de ler e escrever sobre a ciência e a tecnologia.

⁷⁹ Tradução literal da expressão *scientific literacy*, de origem anglo-saxónica.

A OCDE define a literacia científica como a “capacidade de usar conhecimentos científicos, de reconhecer questões científicas e retirar conclusões baseadas em evidência, de forma a compreender e a apoiar a tomada de decisões acerca do mundo natural e das mudanças nele efectuadas através da actividade humana” (GAVE-ME, 2003, p. 2).

O National Research Council (1996) define literacia científica como

o conhecimento e compreensão dos conceitos científicos e capacidades de pensamento requeridos para decisões pessoais, para a participação em actividades cívicas e culturais e para a produtividade económica. ... Significa ser capaz de ler e compreender um artigo sobre ciência, envolver-se em diálogos públicos sobre a validade das questões, sobre a validade das conclusões apresentadas no artigo e expressar posições que sejam científica e tecnologicamente informadas. Significa ser capaz de avaliar informação a partir da credibilidade das fontes usadas para a gerar. Implica a capacidade para avaliar argumentos com base na evidência e, apropriadamente, aplicar conclusões a partir desses argumentos. (p. 22)

Para Bingle e Gaskell (1994, citados em Martins, 1995), a literacia científica diz respeito a assuntos/temas do quotidiano que implicam, sobretudo, conhecimentos e capacidades para resolver problemas e tomar decisões de interface ciência-tecnologia-sociedade, sendo estes conhecimentos e capacidades essenciais nas sociedades modernas, quer em termos individuais, quer em termos socio-políticos.

Martins e Veiga (1999) falam na “compreensão pública da ciência” como um conjunto de competências que irão permitir a cada cidadão: a) usar o conhecimento científico básico na tomada de decisões individuais e sociais; b) conhecer, valorizar e usar a tecnologia na sua vida pessoal; c) reconhecer as vantagens e as limitações da ciência e da tecnologia; d) adquirir os saberes (competências, atitudes e valores) que lhe permitam adaptar-se às mudanças inevitáveis e geralmente imprevisíveis.

Num trabalho menos recente, Shen (1975, citado em Lewenstein, 1996) distingue três perspectivas de literacia científica que se relacionam com factores socio-económicos:

- a) “alfabetização científica prática” que diz respeito à utilização de conhecimentos científicos na resolução de problemas concretos;
- b) “alfabetização científica cívica” que inclui os conhecimentos indispensáveis aos cidadãos de democracias ocidentais, que, não sendo necessários na vida quotidiana, são úteis na avaliação de decisões tomadas pelos políticos em áreas como a saúde ou o ambiente, em que intervêm a ciência e a tecnologia;

- c) “alfabetização científica cultural” que se refere à ciência como actividade da mente humana, que embora não sendo necessária para a vida quotidiana ou cívica, ajuda a compreender a Natureza.

Segundo Lewentain (1996), a ênfase colocada em cada uma destas dimensões depende do nível sócio-económico das sociedades. Assim, em países em desenvolvimento, a prioridade vai para a dimensão prática, onde a resolução de problemas básicos de saúde, higiene, alimentação e agricultura exigem conhecimentos científicos e tecnológicos específicos. Pelo contrário, a dimensão cultural só fará sentido em países desenvolvidos. Porém, a dimensão cívica já será importante em qualquer civilização, constituindo uma das finalidades da educação científica.

Para Miller (1998, citado em Ávila e Castro, 2000), a literacia científica prática remete para o grau de familiaridade com a ciência e a tecnologia e para a consciência das suas implicações, enquanto que a literacia científica cívica tem mais a ver com a aquisição de informação de carácter científico, com vista à resolução de problemas concretos. Este autor considera que a perspectiva mais relevante para os estudos extensivos, neste domínio, é a da literacia científica cívica, que define como um nível de compreensão dos termos e enunciados científicos que seja suficiente para ler um jornal diário, ou uma revista, e compreender a essência dos argumentos em jogo, numa determina disputa ou controvérsia. Neste sentido, Miller considera três dimensões: a) domínio do vocabulário científico básico, suficiente para entender os vários pontos de vista apresentados num jornal ou numa revista; b) compreensão do processo ou natureza da investigação científica; c) algum nível de compreensão do impacto da ciência e tecnologia na sociedade.

Na perspectiva de Aikenhead (2002), um público informado (detentor de literacia científica) compreenderá a relação entre a investigação básica e a sua implementação comercial; terá uma sensibilidade e compreensão da ciência e tecnologia, que lhe permite apreciar as comunicações, as crenças, as convenções e o carácter humanista da ciência; apreciará os modos como a ciência e a tecnologia condicionam as políticas dos governos e como se relacionam com o desenvolvimento económico; e terá capacidade para intervir e influenciar decisões sociais, relacionadas com a ciência e a tecnologia.

Com base na opinião dos diversos especialistas citados, podemos concluir que uma pessoa alfabetizada, científica e tecnologicamente, possui as seguintes características:

- Interesse pela ciência e tecnologia;
- Compreensão de conceitos científicos básicos;
- Vontade e iniciativa de aprender mais, aprofundar conhecimentos em ciência e tecnologia;
- Aplica conhecimentos científicos e tecnológicos, de forma consciente, no seu dia-a-dia;
- Aprecia a ciência e compreende a sua utilidade em situações quotidianas;
- Entende a natureza e a história das ciências, em relação a esforços, ideias e práticas da actualidade;
- Comunica, de maneira eficiente, as ideias científicas;
- Utiliza processos científicos, em situações do seu quotidiano;
- É criativo, na procura de soluções e problemas alternativos;
- Compreende as relações que se estabelecem entre a ciência e a tecnologia, a sociedade e o ambiente;
- Demonstra autoconfiança e segurança, ao lidar com a ciência e a tecnologia.

II – ALGUNS ESTUDOS EM LITERACIA CIENTÍFICA

Desde a década de 1980 que se assiste a uma preocupação crescente com o défice de literacia científica das populações, evidenciada em grande número de investigações, publicações e congressos (Marco-Stiefel, 2000). O conhecimento das competências reais de leitura, escrita e cálculo, tanto em populações escolares, como em populações adultas, tem sido objecto de análise aprofundada nas últimas décadas, nomeadamente através da realização de estudos internacionais desenvolvido em diversos países da América e da Europa.

Estudos realizados nos EUA e no Canadá, destinados a avaliar a capacidade de uso das competências da sua população, revelaram um vasto conjunto de incapacidades, mesmo em pessoas alfabetizadas, o que indicava que funcionalmente era como se não fossem (Benavente, 1996). Estas investigações vieram pôr em causa as análises baseadas em indicadores indirectos, dos quais o diploma ou o nível de escolarização são exemplos clássicos. Por conseguinte, a ideia, amplamente difundida, de que o aumento da escolarização conduziria ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de competências e, conseqüentemente, à diminuição das taxas de analfabetismo, começou a perder sentido. Embora alguns estudos directos tenham comprovado que pode existir alguma relação entre o nível de escolarização de uma população e o seu nível de alfabetização/literacia, não existe uma correspondência linear (Benavente, 1996).

Assim, os conceitos de alfabetismo/analfabetismo deixaram de estar directamente relacionados com as taxas e anos de escolarização, ultrapassando a categorização dicotómica do “tudo” ou “nada”, que opõe alfabetizado e analfabeto, apontando para um perfil de alfabetismo, traduzido em diferentes níveis de competências, accionadas em vários contextos (Gomes, Ávila, Sebastião e Costa, s.d.). Neste sentido, a OCDE veio alertar para a necessidade de distinguir entre níveis de literacia e níveis de escolarização (que podem traduzir-se ou não em competências reais). Enquanto que os níveis de literacia pretendem posicionar cada indivíduo, num *continuum* de competências que têm a ver com exigências sociais, profissionais e pessoais com que ele se depara no dia-a-dia, os níveis de escolarização correspondem a qualificações académicas obtidas através da frequência, com aproveitamento, de diferentes níveis de escolaridade estabelecidos institucionalmente. Os

níveis de literacia são utilizados não só como indicadores do grau de desenvolvimento das sociedades, mas também como reflexo da educação dessas sociedades, nomeadamente da capacidade de participação dos cidadãos na vida pública (social).

Os estudos actuais de literacia partem de um conceito multidimensional de literacia, onde se incluem, habitualmente, três dimensões: a literacia em prosa, documental e quantitativa. Têm subjacente uma concepção dinâmica das competências: entende-se que, no decorrer do tempo, as exigências da sociedade transformam-se e as competências individuais alteram-se (Ávila e Castro, 2000). Estes estudos seguem metodologias de avaliação directa de competências, geralmente através da construção de uma prova, na qual são simuladas diversas tarefas, cuja resolução passa pela capacidade de interpretar a informação contida em materiais impressos, independentemente do tema concreto e do contexto de utilização (pode ser pessoal, social ou profissional).

Os primeiros estudos de natureza extensiva sobre a cultura científica do público tiveram início nos EUA. Após algumas pesquisas de abrangência reduzida, a primeira das quais concretizada em finais de 1950 (Ávila e Castro, 2000), a *National Assessment of Educational Progress* (NAEP) promoveu uma série de projectos de investigação (1979, 1985, 1992 e 2003), destinados a identificar os segmentos da população adulta que não possuíam as competências mínimas para uma participação integral na vida em sociedade. Estes foram, efectivamente, os primeiros estudos em que se incluíram as dimensões necessárias, para medir o nível de literacia científica da população (Ávila e Castro, 2000). Em meados da década de 1980, também o Canadá desenvolveu as primeiras pesquisas neste domínio e, a partir de 1989, a Comunidade Europeia (sob a responsabilidade do Eurobarómetro) aderiu a este movimento, assumindo a responsabilidade de coordenação de inquéritos nacionais à cultura científica das populações, tendo Portugal participado em dois inquéritos, realizados em 1990 e 1992.

Nos estudos realizados pela NAEP, verificou-se, por exemplo, que em 1985 o sucesso médio dos indivíduos de dezassete anos se encontrava bastante mais baixo do que em 1979 (Rutherford e Ahlgren, 1995), muito provavelmente por ter sido utilizado um novo conceito de literacia muito mais abrangente que o anterior. Neste estudo designado por

Young Adult Literacy Survey (YALS), a literacia foi avaliada em três domínios: textos em prosa, textos esquemáticos e textos com informação quantitativa.

No estudo de 1992, o *National Adult Literacy Survey*, adoptou a mesma definição de literacia, estabelecendo cinco níveis de perfis, em cada um dos três domínios: a) leitura e interpretação em prosa (artigos de jornais, revistas e livros); b) identificação e uso de informação localizada em documentos (impressos, quadros, gráficos e índices); c) realização de operações numéricas, a partir de informação contida em material impresso (preços, anúncios, depósitos bancários e horários). Este novo conceito passou a ser utilizado nos estudos subsequentes e, por conseguinte, o objectivo deixou de ser a verificação de ausência/presença de literacia, para ser a determinação de perfis de literacia.

Os resultados destes estudos deram conta de um péssimo panorama no âmbito da literacia, comprometendo seriamente o exercício pleno da cidadania, nas sociedades contemporâneas. A par desta constatação, o reconhecimento de que a matemática e as ciências são duas componentes dos currículos escolares, essenciais no exercício da cidadania, despoletou o interesse por projectos internacionais de avaliação de competências em literacia matemática e em literacia científica, aos quais têm aderido cada vez mais países.

Surgem, assim, estudos sistemáticos, de âmbito nacional e internacional, de vários tipos: a) avaliações relativas à compreensão da ciência pelo público; b) estudos relativos ao entendimento comum, no que se refere aos fenómenos naturais e sociais ou à tecnologia; c) análises relativas ao sucesso ou insucesso escolares, nas disciplinas científicas; d) estudos sobre o grau de literacia científica de jovens estudantes e da população em geral. Alguns destes estudos têm como finalidade promover e desenvolver iniciativas de avaliação dos sistemas educativos, para compará-los e proporcionar informação que permita melhorá-los.

Tendo em vista a avaliação do desempenho em ciências e matemática, a NAEP desenvolveu os primeiros projectos internacionais, o *International Assessment for Educational Progress*, coordenado pelo *Educational Testing Service*, que teve, em 1988, a sua primeira edição e a segunda, em 1991.

Outra organização que se destacou, pela sua importância e nível de actividade, foi a *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA) que desenvolveu diversos estudos de avaliação internacionais. O primeiro estudo realizado foi o

First International Mathematics Study, aplicado em 1964 a alunos de treze anos e a alunos do ensino pré-universitário. Em 1970, desenvolveu o primeiro projecto de avaliação em ciências, o *First International Science Study*, que teve a sua segunda versão em 1984, o *Second International Science Study*. Estes estudos foram aplicados a alunos com idades compreendidas entre os dez e catorze anos e aos que se encontravam no último ano do ensino secundário. O objectivo era examinar o estado da educação em ciência no mundo, através da análise do currículo de cada país, e medir o rendimento em ciências, identificando factores que explicassem as diferenças no mesmo.

Em face dos resultados alcançados nos estudos realizados, a IEA pôs em marcha um projecto considerado internacionalmente como um estudo de grande envergadura, no quadro das avaliações dos resultados dos sistemas educativos. Este estudo, conhecido por TIMSS – *Third International Mathematics and Science Study* –, promoveu uma avaliação conjunta do desempenho dos alunos em matemática e ciências, a diferentes níveis (conhecimentos, processos, capacidades e atitudes), visando a descrição, explicação e comparação da situação actual do ensino, nestas duas disciplinas. O estudo consistiu na resolução de testes e tarefas experimentais, nas disciplinas de Ciências e Matemática, e na aplicação de questionários a alunos, professores e escolas. Os dados recolhidos permitiram caracterizar os currículos enunciados, implementados e adquiridos naquelas duas disciplinas, assim como contextualizar as práticas de ensino e as oportunidades de aprendizagem. Este projecto desenvolveu-se entre 1991 e 1995 e contou com a participação de quarenta e um países de todo o mundo, abrangendo uma população constituída por alunos de nove e treze anos e os que frequentavam o último ano do ensino secundário. Os primeiros resultados foram divulgados em 1996, numa conferência de imprensa celebrada em Boston.

Em 2000, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) promoveu um estudo internacional, envolvendo jovens de quinze anos, de trinta e dois países, com o objectivo de identificar níveis de literacia, nos domínios da leitura (língua materna), da matemática e das ciências (*Program for the International Student Assessment – PISA*). O projecto PISA visa obter, de modo sistemático e contínuo, dados sobre o desempenho dos alunos nos três domínios, proporcionando aos políticos e responsáveis pela educação, um perfil dos conhecimentos, destrezas e competências dos estudantes de cada país, assim como um conjunto de indicadores contextuais que clarifiquem as relações entre

estas destrezas e as variáveis demográficas, sociais, económicas e educativas mais importantes. O estudo desenvolvido pelo PISA é baseado no modelo dinâmico de aprendizagem ao longo da vida, centra-se nos conhecimentos e nas competências necessários para uma adaptação com sucesso a um mundo em constante mudança, contribuindo para a formação de um cidadão construtivo, preocupado e reflexivo.

Trata-se de um projecto com carácter permanente, estando organizado em ciclos de estudos de quatro anos, com um ano de intervalo entre eles. O primeiro ano de cada ciclo é dedicado fundamentalmente ao desenho do estudo em concreto, ao desenvolvimento do marco conceptual da avaliação, à especificação e construção das provas e itens e ao desenvolvimento dos procedimentos de administração dos instrumentos. No segundo ano, realiza-se a prova piloto; no terceiro, é feita a sua aplicação definitiva, a recolha de dados e a elaboração dos resultados preliminares; por último, no quarto ano, é feita a análise e difusão dos resultados. Em cada ciclo, um dos três domínios constitui o foco principal dos estudos; no entanto, os outros dois domínios também serão avaliados. O conjunto dos três ciclos, com duração de nove anos, constitui uma fase do projecto.

O primeiro ciclo de estudos iniciou-se em 1998 e terminou em 2001, centrando-se principalmente na literacia em leitura. No segundo ciclo, a literacia em matemática foi o núcleo central, tendo a recolha de dados decorrido no ano de 2003. O ciclo destinado ao estudo detalhado da literacia científica será o último, devendo a recolha de dados ocorrer no ano de 2006.

Cada um dos domínios avaliados (leitura, matemática e ciências) está associado a diferentes competências. Para a literacia na língua materna, o PISA considera competências relacionadas com a compreensão, uso e reflexão sobre textos escritos, tendo em vista objectivos pessoais, com o desenvolvimento do potencial de conhecimento pessoal e com a sua participação na sociedade. As competências consideradas para a literacia matemática são a capacidade para identificar e compreender o papel da matemática no mundo e a capacidade para fazer juízos matemáticos devidamente fundamentados, de modo a resolver problemas e necessidades emergentes do quotidiano actual e futuro. Os resultados do primeiro ciclo de estudos revelaram que entre um e três quartos da população adulta da OCDE não atingiu o

nível três de literacia, considerado pelos peritos como o mínimo para fazer face aos desafios de uma sociedade moderna⁸⁰.

Para além destas investigações internacionais, têm sido realizados outros estudos, em diversos países, que confirmam os resultados dos estudos internacionais. A maioria da população, mesmo dos países mais industrializados e desenvolvidos, apresenta um elevado défice de competências relacionadas com a ciência e a tecnologia. Os estudos revelam que o cidadão comum, escolarizado ou não, tem dificuldades em compreender a ciência que aprendeu na escola (Driver, Guesne e Tiberghien, 1992). Mostram que os jovens, de um modo geral, possuem baixos níveis de literacia científica e tecnológica, em áreas relacionadas com as aplicações da ciência e da tecnologia e suas interações com a sociedade, apresentando “impreparação científica de cariz pragmático” (Martins e Veiga, 1999, p. 24). Evidenciam, ainda, ausência de competências e atitudes necessárias para aprender ao longo da vida, condição indispensável para se adaptarem a um mundo em constante mudança (*Commission of the European Communities*, 1993, citado em Costa, 2001).

Estes estudos também têm contribuído para desmistificar a ideia de que a literacia científica está directamente relacionada com o nível de desenvolvimento dos países. Num colóquio realizado em Lisboa, em 1993, sobre “O futuro da cultura europeia”, Miller afirmava que apenas 7% da população adulta norte-americana e 5% da população adulta europeia podem ser considerados cientificamente alfabetizados (citado em Martins, 1995). Estes dados contrariam a expectativa de que a um maior poder económico e maior desenvolvimento científico e tecnológico das sociedades corresponderia uma população com índices de literacia científica mais elevados (Martins e Veiga, 1999).

⁸⁰ Foi constituída uma escala com cinco níveis de literacia, em que o nível atingido por cada aluno é indicativo do tipo de tarefas mais difíceis que esse aluno é capaz de realizar com sucesso.

1 – RESULTADOS DA PARTICIPAÇÃO DE PORTUGAL EM ESTUDOS INTERNACIONAIS DE LITERACIA CIENTÍFICA

Em Portugal, o primeiro “Inquérito à Cultura Científica” realizou-se em 1988, seguindo-se em 1990 e 1992 dois outros, desenvolvidos em todos os países da Europa sob a responsabilidade do Eurobarómetro⁸¹. Em 1997, o Observatório das Ciências e das Tecnologias promoveu, uma vez mais, a realização deste inquérito, apesar da interrupção da sua aplicação na Europa, por considerar ser de inquestionável importância a realização regular destes estudos em Portugal, tendo em conta a necessidade imperiosa de conhecer a cultura científica da população.

Os motivos que levaram o Eurobarómetro a abandonar a realização destes estudos, após a realização do último inquérito em 1992, decorrem essencialmente das inúmeras críticas de que estes foram alvo. Para além da denúncia de que estes inquéritos serviam mais interesses de natureza política que preocupações reais de cidadania, também foram criticados os princípios e orientações seguidos na sua construção e, conseqüentemente, a análise dos resultados. As principais críticas recaíram no modelo teórico de partida que assenta no pressuposto da existência de uma relação directa entre as atitudes face à ciência e o nível de conhecimentos que, por sua vez, conduz a um pressuposto de linearidade entre o estado da cultura científica das populações e o estado de desenvolvimento do subsistema de ciência e tecnologia nos diversos países. A análise aprofundada dos resultados do inquérito de 1992, coordenado pelo Eurobarómetro, veio pôr em causa a linearidade do modelo. Para além de não evidenciarem a relação directa entre o conhecimento e as atitudes perante a ciência, estes resultados, nalguns casos (nomeadamente de países industrializados, como a Alemanha e a Dinamarca), revelaram que um maior grau de conhecimento gera maior sentido crítico (Rodrigues, Duarte e Gravito, 2000).

Outras críticas centraram-se na impossibilidade de instrumentos, como o inquérito, medirem quantitativamente atitudes e níveis de conhecimento, considerando que estes métodos quantitativos extensivos não têm em conta as especificidades locais e nacionais. Por outro lado, em vez de competências processuais, estes questionários medem os

⁸¹ Estes três questionários integravam o projecto internacional conduzido pelo *Educational Testing Service*, com o apoio da *National Science Foundation* (EUA), sendo em Portugal coordenado pelo Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação.

conhecimentos formais que se supõe ser necessários ao exercício dessas competências. Deste modo, a literacia científica é avaliada através de indicadores indirectos que se pressupõe que com ela possam estar relacionados. Não traduzem as capacidades dos indivíduos para lidar, na sua vida quotidiana, com a informação científica, nos vários contextos em que esta se torna relevante (Ávila e Castro 2000). Apesar das críticas, são muitos os autores que consideram os inquéritos à cultura científica, como “uma fonte única e potencialmente importante para o estudo comparativo da cultura científica e tecnológica da Europa” (Durant *et al.*, 1995, citados em Rodrigues, Duarte e Gravito, 2000).

Nestas quatro versões do Inquérito, manteve-se o objectivo genérico de retratar a cultura científica, através da avaliação dos níveis de conhecimento científico e das atitudes e crenças face à ciência; também se mantêm a maioria dos indicadores inicialmente desenvolvidos, embora com algumas alterações no *corpus* de perguntas, sobretudo nas versões de 1997 e 2000, em que foram acrescentadas algumas questões centradas na realidade portuguesa.

De um modo geral, a estrutura e conteúdo destes inquéritos é muito semelhante à dos inquéritos iniciados pela *National Science Foundation*. A cultura científica é medida com base em três dimensões:

1. Nível de conhecimentos científicos do ponto de vista de conteúdos e de alguns processos metodológicos elementares, sendo testado conhecimento concreto sobre questões ambientais e outras matérias científicas, bem como a compreensão dos métodos científicos (teóricos ou experimentais);
2. Atitudes e crenças perante a ciência, a tecnologia e a sociedade, sendo avaliados o interesse e grau de informação em relação a matérias científicas, a aceitação dos valores da ciência e o reconhecimento da sua importância no quadro da vida actual;
3. Comportamentos perante a cultura científica, sendo inquiridos aspectos relacionados com práticas quotidianas de contacto com a informação científica e tecnológica, através de instituições culturais, meios de comunicação e bibliografia específica.

No entanto, importa salientar que, enquanto que nos questionários de 1990 e 1992, a avaliação incidia, sobretudo, no domínio do vocabulário científico e na compreensão da

natureza da actividade científica, nos inquéritos de 1996 e 2000, a avaliação foi mais abrangente, incluindo as três dimensões.

Os resultados alcançados nos dois primeiros estudos foram apresentados, de acordo com uma tipologia com três níveis de literacia: a) indivíduos cientificamente literados (apresentam resultados positivos nas duas dimensões)⁸²; b) indivíduos com literacia científica moderada ou parcial (apresentam resultados positivos em apenas uma das dimensões); c) indivíduos cientificamente iliterados (com resultados negativos em ambas as dimensões). De acordo com esta tipologia, os resultados alcançados por Portugal, dentro da União Europeia, foram de 91% de indivíduos iliterados⁸³ (Miller e Pardo, 2000, citados em Ávila e Castro, 2000), ocupando o último lugar dos doze países europeus participantes (Rodrigues, Duarte e Gravito, 2000).

Apesar da população portuguesa ter obtido os mais baixos resultados em quase todos os indicadores e apresentar um défice de cultura científica a nível europeu, em termos evolutivos, os resultados do inquérito de 1997 evidenciam uma melhoria, no que respeita aos indicadores de conhecimento e de compreensão dos métodos científicos e de confiança na ciência, mas não no que diz respeito aos indicadores de atitudes, relativos ao interesse e à curiosidade pelos temas científicos. O estado da cultura científica dos portugueses é explicado não só pelas condições da sua aprendizagem, bem como pela escassez de oportunidades de contacto com o mundo da ciência e da tecnologia. Por conseguinte, o nível de escolaridade, pelas oportunidades de aprendizagem e de socialização que a escola proporciona, é a variável que mais explica os diferentes níveis de conhecimento científico, bem como as representações e atitudes perante a ciência e o conhecimento. No que diz respeito às aprendizagens científicas e tecnológicas no ensino obrigatório, Portugal, tal como outros países da Europa, apresentou um défice de ensino experimental e uma reduzida afirmação das aprendizagens tecnológicas de base (Terceiro Quadro Comunitário de Apoio).

Numa análise comparativa dos resultados obtidos nos inquéritos à cultura científica dos portugueses, em 1997 e 2000⁸⁴, efectuada por Freitas e Ávila (2000), verificou-se que os resultados das questões versando conhecimentos evoluíram positivamente, enquanto que, nas

⁸² As duas dimensões são: domínio do vocabulário científico e domínio das principais características da investigação científica.

⁸³ A percentagem de iliterados foi igualmente elevada noutros países: Canadá 79%, EUA 63%, Japão 75%, União Europeia 73% (Miller e Pardo, 2000, citados em Ávila e Castro, 2000).

⁸⁴ A amostra compreende indivíduos com idades entre 15 e 64 anos.

respostas às questões de natureza metodológica, não houve evolução. No que se refere ao grau de confiança e de adesão incondicional à ciência, também se registaram ganhos em praticamente todos os indicadores, embora se acentuem, em alguns casos, as opiniões críticas. O aumento mais considerável verificou-se na sensibilidade pública aos temas científicos e aos problemas com incidência científica, bem como no reconhecimento do contributo da ciência e da tecnologia, na melhoria da qualidade de vida, de trabalho e de ambiente. Porém, apesar de se ter registado um aumento significativo no interesse por temas de ciência e tecnologia, o nível de informação declarado sobre esses assuntos não acompanhou o acréscimo de interesse, pois a percentagem dos que afirmam estar bem informados é muito reduzida. A principal conclusão deste estudo parece ser a vontade dos portugueses em saber mais sobre ciência, atitude reforçada entre os segmentos da população dos mais jovens e mais escolarizados.

Em 1991, Portugal participou no *Second International Assessment for Educational Progress*, promovido pela NAEP e coordenado, no nosso país, pelo Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação. Este estudo envolveu a população escolar de trinta e quatro países, organizada em dois grupos. Um grupo constituído por alunos de nove anos de idade, que foi avaliado em catorze países; e o outro, com alunos de treze anos de idade, que foi avaliado em vinte países (Portugal integrou este último grupo). O objectivo era caracterizar os níveis de desempenho em matemática e ciências⁸⁵. No que diz respeito às ciências, os alunos tiveram de responder a questões que cobriam quatro áreas: biologia (19 questões), física (25 questões), geologia (9 questões) e natureza da ciência (11 questões). Os resultados mostraram que os alunos portugueses, em todas elas, tiveram resultados inferiores à média dos resultados da população estudada, situando-se no 16.º lugar do “ranking” (GEP, 1992). De um modo geral, os resultados alcançados, mesmo tendo em conta as diferenças culturais, a diversidade dos sistemas de ensino e as condições de administração dos testes evidenciaram um fraco desempenho dos alunos em ciências e matemática.

Em 1995, o nosso país participou no TIMSS (Third International Mathematics and Science Study). Os resultados nacionais referem-se aos alunos dos 7.º e 8.º anos de escolaridade de 143 escolas. A amostra teve a participação de 6 754 alunos, sendo a média

⁸⁵ Os resultados da participação portuguesa neste estudo foram publicados pelo DEP/GEF, nos livros “As nossas crianças e a matemática” (1994) e “As nossas crianças e as ciências da natureza” (1996).

das idades de 13,4 anos. Os resultados obtidos pelos alunos portugueses foram francamente baixos para o 7.º ano, pois situaram-se em 36.º lugar, num total de trinta e nove países, e, para o 8.º ano, situaram-se em 35.º lugar, num total de quarenta e um países.

Relativamente ao desempenho global dos nossos alunos em ciências, este foi de 428 pontos para o 7.º ano e de 480 pontos para o 8.º ano, valores que se situam abaixo da média internacional, que foi de 479 pontos para o 7.º ano e de 516 pontos para o 8.º ano⁸⁶. Por conseguinte, no posicionamento destes alunos, em termos dos padrões internacionais em ciências, verifica-se que: 78% dos alunos do 7.º ano e 72% dos alunos do 8.º ano se situam abaixo do valor mediano; 3% e 6% dos alunos dos 7.º e 8.º anos, respectivamente, estão entre os percentis 75 e 90; e que, tanto no 7.º como no 8.º anos, só 1% dos alunos se situaram acima do percentil 90 (IIE, 1996).

Recentemente, em 2000, Portugal participou no PISA que foi aplicado entre os meses de Abril e Maio, em 149 escolas (138 públicas e 11 privadas) distribuídas por seis regiões (Algarve, Alentejo, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Norte e Regiões Autónomas da Madeira e Açores). Foram seleccionados, aleatoriamente, 4 604 alunos de quinze anos que se encontravam a frequentar diferentes níveis de escolaridade, desde o 5.º ao 11.º anos (a maior parte situava-se nos 8.º e 9.º anos).

Os resultados dos alunos portugueses, foram bastante modestos, situando-se, nos três domínios (leitura, matemática e ciências), sempre abaixo da média global dos trinta e dois países participantes. As posições alcançadas por Portugal, nos três domínios, foram 26.ª (Leitura), 27.ª (Matemática) e 28.ª (Ciências), valores considerados muito baixos, tendo em conta o investimento contabilizado na educação, segundo os indicadores da OCDE.

Tomando em linha de conta as regiões do país, verifica-se heterogeneidade nos desempenhos médios, nos três domínios. Assim, os melhores resultados foram alcançados pelos alunos das escolas da zona de Lisboa e Vale do Tejo. Verificou-se, ainda, que o ano de escolaridade que os alunos frequentam está fortemente associado aos resultados que obtêm, em média, verificando-se um aumento do nível de desempenho médio, do 5.º até ao 10.º ano de escolaridade. Por conseguinte, os alunos do 10.º e 11.º anos tiveram melhores desempenhos, nos três domínios, que os do 5.º ao 9.º anos, superando mesmo a média correspondente, no espaço OCDE. Neste estudo, Portugal é apontado pelos analistas como o

⁸⁶ O desempenho em ciências foi expresso numa escala de pontuação que varia entre 0 e 800. Esta escala foi definida internacionalmente com base na dificuldade dos itens, determinada a partir das respostas dos alunos nas pilotagens de itens.

caso paradigmático da estreita relação que existe entre as qualificações escolares de uma população e o impacto que isso pode ter nos níveis de literacia (Sanches, 2000).

No caso específico dos desempenhos em literacia científica, a média do valor intermédio foi de 232 pontos para os alunos portugueses e de 259 pontos para a OCDE. Quando se consideram os 25% de alunos com melhor desempenho e os 25% de alunos com pior desempenho, a média obtida pelos nossos alunos continua a ser inferior à média dos alunos da OCDE. Estes dados mostram que Portugal se encontra numa posição significativamente inferior a 23 países; não apresenta diferenças significativas em relação a quatro países (Letónia, Federação Russa, Grécia e Liechtenstein) e está numa posição significativamente superior apenas em relação a 3 países (Luxemburgo, México e Brasil).

Os resultados alcançados pelos alunos portugueses, nos dois estudos internacionais (TIMSS, 1996 e Pisa, 2000), apontam para baixos desempenhos em literacia científica, podendo ser um indicador de que os conhecimentos adquiridos através do currículo da educação formal são insuficientes, para que os estudantes, em particular, e os cidadãos, em geral, possam desenvolver-se de forma efectiva e activa, na sociedade a que pertencem. A propósito destes resultados, Martins (2002a) fala em baixa qualidade da educação em ciência para a qual aponta três possíveis causas: a) o início tardio da educação formal em ciência; b) a natureza dos currículos de ciências; c) a formação dos professores em ciências.

2 – ESTUDOS NACIONAIS DE LITERACIA CIENTÍFICA

Portugal realizou o primeiro estudo nacional sobre literacia (avaliação directa das competências de leitura, escrita e cálculo) em 1994, abrangendo população adulta, com uma amostra aleatória de 2 449 indivíduos, com idades compreendidas entre os quinze e os

sessenta e quatro anos. Esta investigação designou-se “Estudo Nacional de Literacia”⁸⁷ e foi realizado pelo Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa, sob a coordenação de Ana Benavente. Segundo Benavente (1996), o estudo teve como objectivo avaliar a capacidade de processamento da informação escrita e o uso de competências matemáticas, em tarefas do quotidiano de natureza pessoal, profissional e social, o mais possível transversais à generalidade das condições de existência das sociedades contemporâneas⁸⁸.

O teste apresentava três tipos de tarefas que procuravam simular situações concretas do quotidiano, coincidentes com as três dimensões de literacia consideradas (leitura e interpretação em prosa, identificação e uso de informação localizada em documentos, realização de operações numéricas a partir de informação contida em material impresso), fazendo corresponder a cada tarefa, cinco níveis de literacia⁸⁹:

Os resultados globais mostraram que 81% da população se situa nos níveis mais baixos de literacia, 10,3% situam-se no *nível 0*, que corresponde à total incapacidade para resolver qualquer das tarefas; 37,0% estão no *nível 1*, em que apenas se exige a localização, em textos pequenos e pouco complexos, de palavras ou expressões referidas nas instruções; 32,1% situam-se no *nível 2*, em que se requer processamento de informação, implicando a associação directa entre palavras ou expressões e, em termos de matemática, a realização de operações sequenciais com valores facilmente identificáveis; 12,7% encontram-se no *nível 3*, cujas tarefas implicam a capacidade de seleccionar e organizar informação, relacionar ideias contidas nos textos ou fundamentar uma conclusão, sendo requerido na matemática o equacionamento de problemas e a realização de operações sequenciais; por último, 7,9% situam-se no *nível 4*, que inclui as tarefas de maior complexidade, envolvendo a integração de informação múltipla em textos mais longos e densos, como por exemplo a elaboração de sínteses, a fundamentação de um enunciado ou a resolução de problemas quantitativos, exigindo opções em várias etapas.

⁸⁷ Foi adoptado o conceito de literacia utilizado em estudos realizados no Canadá, em que a literacia é entendida como “as capacidades de processamento de informação escrita na vida quotidiana” (Benavente, 1996).

⁸⁸ As competências de natureza científica não foram incluídas neste estudo.

⁸⁹ Estas dimensões já haviam sido consideradas em estudos anteriores, realizados nos EUA e no Canadá, nomeadamente no *National Adult Literacy Survey*, de 1992.

3 – ESTUDOS SOBRE ATITUDES, CONCEPÇÕES E INTERESSES DOS ALUNOS PELA CIÊNCIA

Sendo o conceito de literacia científica complexo e multidimensional, integra também a dimensão relativa a concepções de ciência (Bybee, 1997). Por isso, outros estudos, para além dos referidos anteriormente, merecem a nossa atenção, nomeadamente os que investigam: a) aspectos epistemológicos e axiológicos das ciências, onde se incluem as concepções sobre a natureza, construção e desenvolvimento da ciência; b) o interesse, atitudes e valores relativamente à ciência e à aprendizagem das ciências; c) as concepções sobre as interações CTSA.

A investigação educacional tem demonstrado que, para além de um fraco nível de literacia científica, os jovens revelam falta de interesse e atitudes negativas em relação à ciência (Espinosa e Róman, 1991; Herrera, 1993; Acevedo Díaz, 1993a, 1993b; Manassero Mas, Vázquez Alonso e Acevedo Díaz, 2004). Na literatura são apontadas diversas causas: a) a inadequação dos conteúdos às capacidades cognitivas dos alunos; b) alguma falta de coordenação vertical e horizontal dos conteúdos; c) o predomínio do ensino transmissivo, centrado no conhecimento substantivo; d) a avaliação inadequada, demasiado centrada na memorização de conhecimentos; e) o carácter meramente ilustrativo das actividades experimentais; vi) a desconsideração pelas concepções alternativas dos alunos; vii) a falta de articulação entre os conteúdos escolares e a realidade do dia-a-dia. Para além destas causas que justificam as atitudes negativas e o desinteresse dos alunos pela educação científica, Vilches e Furió Mas (2004), acrescentam algumas causas externas ao processo de ensino/aprendizagem, como, por exemplo, a origem social dos alunos e o maior interesse por meios de educação não formal (televisão).

Todavia, alguns estudos apontam para atitudes positivas face à ciência. Lewenstein (1996), citando um estudo do *National Science Board* de 1993, refere que mais de 80% dos americanos e um número aproximado de europeus manifestam atitudes positivas em relação à ciência, pois consideram que esta melhora a sua qualidade de vida e que a ciência e a tecnologia tornam a vida “mais saudável, fácil e confortável”. Porém, no que se refere à “paz mundial”, o impacto positivo da ciência e da tecnologia só é reconhecido por mais 10% dos americanos, que o impacto negativo.

No que se refere às atitudes face à aprendizagem das ciências verifica-se uma tendência negativa com um decréscimo da atitude positiva, ao longo do percurso escolar dos alunos. A curiosidade natural pelo mundo científico vai diminuindo, no decurso da escolaridade obrigatória (Solomon (1995, Vilches e Furió Mas, 2004). Por outro lado, Manassero Mas *et al.* (2004), num estudo sobre as principais atitudes e crenças CTS, concluíram que a maior parte dos alunos considera que a educação científica contribui pouco para a sua formação global.

Relativamente às concepções de ciência, diversos estudos (Gil Pérez, Carrascosa, Furió Mas e Torregrosa, 1991; Gil Pérez, 1993; Furió Mas, 1994; Praia, 1995; Vilches e Furió Mas, 1999; Manassero Mas *et al.*, 2004) revelam a existência de uma visão deformada e ingénua da ciência, que pode ser sistematizada da seguinte forma:

- a) Visão empirista e atórica que identifica a ciência com a observação, supondo que o conhecimento científico se forma por indução a partir dos dados “puros”, esquecendo aspectos fundamentais do trabalho científico, como sejam o enunciado do problema em relação a um corpo de conhecimentos pré-existentes e a formulação de hipóteses;
- b) Visão linear e cumulativa do desenvolvimento da ciência, que ignora as crises e remodelações profundas das teorias e conceitos científicos;
- c) Visão “aprobématica” e “ahistórica” que transmite os produtos da ciência, sem mostrar os problemas que geraram a sua construção;
- d) Visão elitista e individualista, em que o conhecimento científico surge como uma actividade acessível, apenas para alguns (os génios) que trabalham isolados do mundo, ignorando o papel do trabalho colectivo;
- e) Visão descontextualizada, socialmente neutra, sem conexão com os problemas reais, que ignora as relações complexas com a técnica e com a sociedade, e que descarta os aspectos históricos, sociais e ecológicos;
- f) Visão dogmática que concebe a ciência como conhecimento absoluto, definitivo e infalível, resultado da aplicação do “método científico”;
- g) Visão disciplinar que concebe a ciência como um corpo de conhecimentos.

No que se refere às concepções acerca das inter-relações CTSA, a generalidade dos estudos aponta para concepções e atitudes inadequadas. Rennie (citado em Nunes, 1996),

num estudo realizado com alunos, concluiu que cerca de metade não reconhece os produtos da tecnologia, só menos de metade consegue exemplificar trabalhos técnicos e uma grande percentagem não reconhece a forma e diversidade como a tecnologia se implanta na sociedade. Noutro estudo, Acevedo Díaz (1996) concluiu que a tecnologia está numa posição inferior em relação à ciência, predominando a concepção da tecnologia como ciência aplicada e, também no que diz respeito às tomadas de decisão em questões que envolvam a ciência e a tecnologia, há uma tendência para delegar esta competência nos especialistas.

III – ENSINO DAS CIÊNCIAS, LITERACIA CIENTÍFICA E CIDADANA

A função social da escola é a formação do cidadão, neste sentido, a educação, para além da sua função reprodutora das estruturas existentes, assume a função de produção de condições de mudança, de modo a permitir uma melhor integração e participação dos cidadãos numa sociedade cada vez mais complexa e em constantes transformações. Cada vez mais, a educação deixa de ser apenas um factor social, para passar a ser um factor de valorização dos recursos humanos e de desenvolvimento económico. A constatação de que o conhecimento e a informação constituem uma importante força produtiva, determinante no desenvolvimento económico das sociedades, faz da educação um importante foco de interesse, nas políticas governamentais. Segundo Roberto Carneiro, a educação é o investimento decisivo que determina o desenvolvimento dos povos e a conquista de níveis elevados de bem-estar. No modelo económico das sociedades modernas, os factores estratégicos de vantagem já não são nem a energia, nem as matérias-primas, nem o capital fixo, mas outros sim, a inteligência, a informação, a inovação tecnológica, a criatividade, a adaptação à mudança, em suma, a qualidade do factor humano (Carneiro, comunicação pessoal, 1987, Agosto, 25).

As iliteracias (linguística, científica, informática, tecnológica e cultural) constituem, nos dias de hoje e no futuro próximo, problemas que comprometem o desenvolvimento social, político e económico e são fontes de conflito e exclusão. Como salienta Roldão (2003), a inserção ou exclusão social do futuro definem-se pelo acesso ou não acesso aos bens do conhecimento, tornados marcadores de diferença, no sucesso pessoal, profissional e social.

A revolução científica e tecnológica constitui um fenómeno universal que atinge todos os domínios da sociedade e se reflecte no quotidiano de cada um. A conquista do espaço, o desenvolvimento das novas tecnologias de informação e comunicação, o recurso a novas formas de energia e a crescente automatização transformam as condições de vida e de trabalho, em todos os sectores da actividade humana. A par deste extraordinário desenvolvimento da ciência e da tecnologia, o mundo é confrontado com situações e problemas que afectam milhões de pessoas em todo mundo (fome, doenças, desemprego,

analfabetismo, desastres ecológicos, guerra, droga, pobreza, esgotamento de recursos naturais e poluição).

É neste mundo de “pós-modernidade” (Cunha, 1996) que vivemos e para o qual temos de preparar as sociedades vindouras, preparando os alunos para uma “nova ordem” que exige “pessoas capazes de administrar o fazer, com um conhecimento multidisciplinar e providas de capacidade de tomar decisões” (p. 4). Os sistemas educativos têm o dever de educar para a cidadania, preparando cada indivíduo para a participação activa num projecto de sociedade, mostrando-lhe os direitos e os deveres e desenvolvendo as competências pessoais e sociais necessárias, contribuindo assim para o seu enriquecimento intelectual e cívico. Como afirma Sampaio

a cidadania é responsabilidade perante nós e perante os outros, consciência de deveres e de direitos, impulso para a solidariedade e para a participação, é sentido de comunidade e de partilha, é insatisfação perante o que é injusto ou está mal, é vontade de aperfeiçoar, de servir, de realizar, é espírito de inovação, de audácia, de risco, é pensamento que age e acção que se pensa. (Prefácio de Jorge Sampaio, em Henriques *et al.*, 2000, p. 4)

Apesar da escola ser o espaço público por excelência para a implementação do princípio da igualdade e para a promoção da participação na vida pública e política dos cidadãos, verifica-se que o número de pessoas cientificamente ignorantes tem crescido e pouco tem sido feito, para reduzir a ignorância científica dos jovens, ao terminarem a escolaridade básica (obrigatória) (Paixão e Cachapuz, 1999). Na verdade, a grande maioria dos alunos que termina a escolaridade, mesmo os que obtêm boas classificações, revelam baixos níveis de literacia científica e uma grande indiferença sobre o que se passa no mundo. Por exemplo, num estudo de Hernández e Sancho (1994), constatou-se que cerca de 90% dos alunos poderiam passar num exame quantitativo sobre um tema. Porém quando submetidos a uma avaliação qualitativa, através de entrevista, depois de realizarem o exame, só 10% desses alunos possuíam conceptualizações correctas sobre os princípios ensinados e avaliados. Portanto, a grande maioria terá dificuldades em mobilizar os conhecimentos adquiridos em contextos reais.

O défice de literacia científica é um problema que afecta tanto os países mais desenvolvidos como os menos desenvolvidos, o que levou a UNESCO, em 1986, a reconhecer a sua importância, chamando a atenção para a necessidade de introduzir mudanças no ensino das ciências. Estas mudanças exigem uma reflexão profunda sobre o “o que se ensina” e “como se ensina” na escola, no sentido de contribuir para uma melhor

preparação das gerações futuras para o exercício da cidadania. Por conseguinte, diversos países, nos últimos anos, têm promovido a realização de inúmeras reuniões, congressos e investigações, no sentido de encontrar a melhor via para formar cidadãos aptos no processamento de informação e na tomada de decisões, nos domínios científico e tecnológico.

O exercício pleno da cidadania representa, na actualidade, um dos maiores desafios das sociedades humanas, do qual depende, cada vez mais, a busca de percursos e de soluções que informem e consubstanciem as grandes decisões políticas, sociais e económicas, conciliando as aspirações dos cidadãos a uma melhor qualidade de vida, com o desejável desenvolvimento sustentável das sociedades. E dele deverá resultar uma gestão participada e consciente da complexa teia de interesses sociais e económicos, com vista à resolução de problemas, à escala local, regional, nacional e global (Pedrosa e Mateus, 2001).

A “educação para a cidadania deve fundamentar-se claramente numa atitude multicultural que não só viabiliza a motivação para participar, mas também convida ao conhecimento e à aquisição de valores que permitem o desenvolvimento harmonioso do Homem e do cidadão” (Malafaia, 1997, p. 367). A educação para a cidadania pressupõe, por um lado, a aquisição de conhecimentos sobre a democracia, e, por outro, o desenvolvimento de competências em literacia científica. Sabendo que “a educação em ciências constitui um dos pontos de partida para atingir a alfabetização científica” (Martins e Veiga, 1999, p. 13), esta, mais do que uma necessidade, representa uma mais valia na qualidade da cidadania e uma exigência democrática.

É nesta perspectiva que a educação em ciência é fundamental na formação para a cidadania, contribuindo, segundo Veríssimo e Ribeiro (2001) para: a) um aprofundamento dos modelos democráticos de decisão e, quiçá, para a própria sobrevivência da democracia; b) o desenvolvimento de capacidades e aquisição de competências, que podem proporcionar aos indivíduos uma melhor competitividade na sociedade do futuro e, assim, melhorar a qualidade dos cidadãos; c) promover o contacto dos indivíduos com um sistema de valores, de modo a permitir a escolha e assunção livre de princípios éticos e de atitudes, como, por exemplo, a valorização da diversidade natural, a valorização dos princípios de complementaridade, reciprocidade e responsabilidade na e pela Natureza e, ainda, a valorização do passado na preservação do presente para a construção do futuro.

Nas sociedades modernas, em que o rápido crescimento científico e tecnológico torna o saber aberto, instável e reorganizável, sendo causa e consequência de profundas mudanças sociais, políticas, económicas, ambientais e culturais, a literacia científica surge como o objectivo fundamental da educação em ciência (NRC, 1996; AAAS, 1997; Hodson, 1998; Acevedo Díaz, Vázquez Alonso e Massanero Mas, 2003), capaz de proporcionar saberes e competências valiosas para o exercício pleno da cidadania. (Martins, 2003a). Encontramos na literatura diversos argumentos que justificam a importância da literacia científica, enquanto dimensão essencial para o exercício da cidadania.

Millar (1996) reconhece a importância da literacia científica na formação para a cidadania, considerando cinco argumentos:

1. Utilitários – o conhecimento científico é necessário no dia-a-dia;
2. Democráticos – todo o cidadão tem o dever de participar nas decisões sobre problemas sociais que envolvem questões científicas e tecnológicas;
3. Culturais – tal como o cidadão comum deverá conhecer grandes nomes e eventos da música, política, arte, literatura, também deverá conhecer os grandes feitos da ciência, igualmente produto da cultura;
4. Sociais – é necessário aproximar a ciência da cultura geral;
5. Económicos – parece existir uma relação directa entre o nível económico de um país e a concretização científica e tecnológica que identifica uma nação como desenvolvida.

Hurd (1998) opina que a literacia científica contribui para: a) o reconhecimento dos factores de mudança que actuam na nossa sociedade; b) promover competências de ordem cívica, implicando a resolução de problemas pessoais, económicos e sociais que exijam uma abordagem racional da ciência; c) mobilizar competências cognitivas que permitam a utilização do conhecimento científico e tecnológico, nos assuntos humanos e no progresso social e económico; d) a adaptação a um mundo da ciência e da tecnologia em mudança e ao seu impacto nas actividades pessoais, sociais e económicas.

A educação em ciência deve contribuir para fazer do cidadão um “bom produtor”⁹⁰, um “bom consumidor” e um “bom eleitor” (Sequeira, 1996), deve ajudar os alunos a

⁹⁰ Entenda-se “bom profissional”.

perceber, como cidadãos, que função desempenhar numa sociedade e as áreas onde poderão exercer a sua influência (Nunes e Pereira, 1999). As competências científicas e técnicas são necessárias para aumentar a produtividade no desempenho profissional, mesmo em profissões que não estão directamente relacionadas com a ciência (Macaskill e Ogborn, 1996); para as tomadas de decisões individuais, como seja a opção por dietas alimentares; ou sociais, como a opção pelo tipo de combustível; e para a participação construtiva e fundamentada nos destinos da sociedade. Com efeito, os processos de validação do conhecimento científico nem sempre se circunscrevem ao interior da comunidade científica. Muitas decisões requerem interacção com elementos exteriores, nomeadamente com o público, principalmente quando estão em causa controvérsias sociais, de base científica.

Nas sociedades democráticas, científica e tecnologicamente avançadas, os indivíduos são frequentemente confrontados com questões que exigem tomadas de posição ou mesmo de decisão, em assuntos de natureza científica e tecnológica com implicações sociais, que não só envolvem conhecimento científico-tecnológico, mas também valores e aspectos éticos e morais. Neste sentido, a educação em ciência deve proporcionar uma cultura científica que permita ao cidadão comum acompanhar e compreender os desenvolvimentos científico e tecnológico das sociedades (Lee, 1997), as descobertas científicas e os argumentos utilizados nas controvérsias sobre as suas aplicações.

A ciência afecta muitas, se não a totalidade, das questões públicas de interesse nacional e internacional, bem como uma vasta gama de actividades pessoais. Se por um lado, a maioria dos assuntos públicos integram uma componente científica ou técnica, por outro lado, as questões que aparentam ser de natureza predominantemente científica ou técnica têm quase sempre implicações sociais e políticas. Recentemente, temos assistido a uma série de debates que atingiram a opinião pública e que estão relacionados com assuntos e questões que se inscrevem simultaneamente no âmbito científico-tecnológico e no âmbito da vida quotidiana (são exemplos: a incineração, os aterros sanitários, a manipulação genética e a poluição), pondo em evidência a importância da opinião pública nas tomadas de decisão. “Ao mesmo tempo que penetra de forma sem precedentes em todas as esferas da sociedade, a ciência passa a estar na agenda pública, devido às controvérsias de âmbito variado que suscita junto de uma opinião cada vez mais atenta às eventuais consequências negativas que decorrem das suas aplicações” (Ávila, Gravito e Vala, 2000).

A sensibilização da opinião pública para as questões científicas e o encorajamento à sua compreensão, promovidos e defendidos por cientistas, associações educativas e governos de todo o mundo, vêm sendo acentuados nos últimos anos. Como sublinha Capra (1982, citado em Veiga, 1992), a educação científica é um investimento fundamental para a promoção da prosperidade nacional, para a elevação da qualidade das decisões públicas e privadas, bem como para o enriquecimento da vida do indivíduo.

A educação em ciência revela-se decisiva na construção de saberes específicos interrelacionados com a vida quotidiana, contribuindo para a aquisição de competências técnicas e para o desenvolvimento de capacidades intelectuais, de pensamento sistémico e de valores e atitudes coerentes com o desenvolvimento sustentável, em democracias efectivamente participativas. Com sublinha Carvalho (1996),

o grande desafio que se coloca à humanidade é o de conferir a todos a possibilidade de, pelo conhecimento da complexidade do meio e da necessária e inevitável mediação social e tecnológica, contribuírem activamente para as decisões que têm a ver com a produção, desenvolvimento e aplicação de realizações e produtos técnicos. (p. 200)

Deste modo, a alfabetização científica converteu-se numa necessidade para todos, pelo que a educação em ciência constitui actualmente uma das principais preocupações de políticos, governantes, educadores e investigadores, em todos os países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento. Por conseguinte, diversas organizações internacionais (Comissão Europeia, AAAS, NAEP, NRC, NSTA, OCDE) estabeleceram, como meta, que todos os alunos fossem cientificamente literados, quando terminassem a escolaridade. Para isso, multiplicam os esforços e investimentos em reformas e pesquisas, no âmbito da educação em ciência. Discutem as finalidades, os objectivos e os conteúdos curriculares, no sentido de intervir para modificar os resultados tornados públicos pelos estudos internacionais de literacia, realizados nos últimos anos por diversas organizações internacionais.

Nos actuais documentos de políticas educativas do ensino básico assume-se a educação para a cidadania como um dos objectivos do ensino básico, o que, segundo estes documentos, implica que, em todos os ciclos, as actividades de instrução se combinem com as actividades de educação para a cidadania. Estes documentos esclarecem que a educação para a cidadania tem, como objectivo central, contribuir para a construção da identidade e para o desenvolvimento da consciência cívica dos alunos (ME, 2001), o que requer que os

alunos aprendam, que aprendam a usar o que aprenderam e ainda que aprendam a aprender (ME, 1998). Afirma-se, ainda, que a educação para a cidadania é uma componente curricular de natureza transversal, em todos os ciclos; e que não é da responsabilidade de um professor ou de uma disciplina, mas deve atravessar todos os saberes e passar por todas as situações vividas na escola. Fica, assim, claro que as ciências, como qualquer outra área disciplinar, têm o dever de contribuir para a cidadania, desenvolvendo nos alunos competências em literacia científica, que lhes irão permitir participar, de uma forma activa e informada, na vida da sociedade.

Do que ficou dito, podemos sublinhar que a alfabetização científica enquanto enfoque curricular emergente, tem subjacente diversos conceitos: cidadãos, democracia, ciência, tecnologia, e participação social, que servem de referência no desenvolvimento do currículo de ciências.

IV – DESENVOLVIMENTO CURRICULAR CENTRADO NA LITERACIA CIENTÍFICA

Os últimos vinte anos ficaram marcados por importantes acontecimentos que determinaram novos rumos para a educação científica. Por um lado, deu-se a emergência de novos paradigmas que exigiram reformas no ensino das ciências; por outro, ocorreram o rápido desenvolvimento social, económico e científico, o fenómeno da globalização e os problemas ambientais que vieram trazer responsabilidades acrescidas aos sistemas educativos, nomeadamente na formação de cidadãos participativos, responsáveis e críticos. A literacia científica, enquanto meta da educação em ciência (NRC, 1996; AAAS, 1997; Hodson, 1998; Acevedo Díaz, *et al.*, 2003), lançou um grande desafio de inovação e mudança curriculares, apelando à construção de novas práticas fundamentadas no paradigma construtivista, numa determinada concepção de ciência e, conseqüentemente, num modo de conceber o ensino e a aprendizagem da ciência.

Landshere (1994) define currículo como “o conjunto das experiências de vida necessárias ao desenvolvimento do aluno” (p. 73), desenvolvimento que implica a aquisição de saberes e de competências que se operam em função das necessidades do aluno e da sua preparação para a participação responsável na vida em sociedade. O desenvolvimento de um currículo de ciências que vise a literacia científica deve fundamentar-se em determinados pressupostos psicológicos e epistemológicos; deve promover o desenvolvimento de um conjunto de competências em diferentes domínios, tais como o conhecimento (substantivo, processual ou metodológico, epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes; deve envolver activamente os alunos no processo ensino/aprendizagem; deve levar os alunos a assumir o papel de construtores do seu próprio conhecimento; deve proporcionar experiências de aprendizagem activas, integradoras, diversificadas e globalizadoras, que tenham em conta as características dos alunos, que vão de encontro aos seus interesses pessoais e que estejam em sintonia com o mundo que os rodeia (ME-DEB, 2000, 2001a).

Importa esclarecer que o conceito de desenvolvimento curricular, em que nos situamos, encara o professor não como um “gestor do currículo”, mas como alguém que toma decisões, que é um “construtor de currículo”. Trata-se da organização e funcionamento

do sistema de ensino, de forma a responder às necessidades sociais que configuram as finalidades da educação. Deste modo, o desenvolvimento curricular tem por objecto a elaboração de sequências lógicas que operacionalizem e concretizem, nas práticas de ensino/aprendizagem, tais finalidades da educação (Trindade, 2003).

A organização do sistema educativo por disciplinas e anos de escolaridade e os programas extensos e prescritivos têm contribuído para uma excessiva uniformização da acção pedagógica e para um empobrecimento dos conteúdos e metodologias, constituindo um entrave a projectos de inovação (ME-DEB, 2000, 2001a). Contudo, qualquer que seja o modelo curricular seguido, é sempre possível promover um ensino globalizador⁹¹. O problema não está na especialização e compartimentação do saber, mas sim na capacidade de organizar e articular o conhecimento, favorecendo a compreensão relacional por parte dos alunos, mediante os seus próprios esquemas de conhecimento. O que está em causa não são as propostas de organização curricular, mas sim o seu tratamento didáctico. Como salientam Hernández e Sancho (1994), mais do que uma atitude interdisciplinar, o que se pretende é que o aluno adquira a capacidade de aprendizagem relacional e compreensiva.

O currículo constitui a ferramenta de trabalho dos professores e supõe sempre, explícita ou implicitamente, uma resposta às perguntas: O que ensinar, Como e Porquê?. O ensino/aprendizagem da ciência, que valorize a contextualização no desenvolvimento dos conceitos e que se aproxime metodologicamente dos paradigmas em que assenta a construção da própria ciência, constitui um meio de excepção para desenvolver as capacidades fundamentais do cidadão do século XXI (Veríssimo e Ribeiro, 2001). Por conseguinte, os novos currículos apontam para a necessidade de investir em abordagens que incentivem a argumentação, o questionamento, o debate e a reflexão e a consciencialização do que se sabe e do que não se sabe; que incentivem o uso de diferentes fontes de informação; que ajudem na resolução de problemas reais; e que destaquem a relevância da ciência e da tecnologia, em diferentes âmbitos.

Os diversos estudos nacionais e internacionais sobre literacia evidenciam que, apesar das reformas educativas operadas nos últimos anos colocarem ênfase na literacia científica,

⁹¹ O ensino globalizador procura as relações que podem estabelecer-se em torno de um tema: relações tanto procedimentais como conceptuais, que vão promover a capacidade de resolver problemas e de saber utilizar diferentes fontes de informação.

os seus efeitos não se fazem sentir nas práticas de ensino (Bybee, 1997), constatando-se que a educação científica realizada nas escolas não tem contribuído para o desenvolvimento de competências em literacia científica, nos alunos. Assim, com base em numerosos estudos, experiências e recomendações expressas em diversos documentos nacionais e internacionais, à luz do Currículo Nacional do Ensino Básico e a partir das Orientações Curriculares para a área de Ciências Físicas e Naturais do 3.º ciclo do ensino básico, actualmente em vigor no nosso país, procedemos a uma análise dos requisitos e pressupostos fundamentais para o desenvolvimento curricular centrado na literacia científica.

1 – COMPONENTES DO CURRÍCULO

Uma das grandes inovações do Currículo Nacional do Ensino Básico é a sua organização em torno de competências essenciais. Este documento reflecte uma transformação significativa no tipo de orientações curriculares formuladas a nível nacional: de programas por disciplina e por ano de escolaridade, baseados em tópicos a ensinar e nas indicações metodológicas correspondentes, passou-se para domínio das competências a desenvolver e para tipos de experiências a proporcionar, por área disciplinar e por ciclo, considerando o ensino básico como um todo (ME-DEB, 2001a). Esta nova organização curricular muda a ênfase do currículo e exige novas perspectivas de ensino que rompam com o paradigma empirista que as escolas continuam a reproduzir. Estas perspectivas estão relacionadas com as cinco componentes (competências, objectivos, conteúdos, estratégias ou experiências educativas e avaliação) que constituem o *corpus* do currículo.

1.1 – As Competências

Tratando-se de um currículo centrado em competências, importa tecer algumas considerações sobre a origem do termo “competência” e os diferentes significados que lhe estão associados, bem como clarificar o sentido em que é utilizado no Currículo Nacional do Ensino Básico. O termo “competência” deriva da tradução do inglês *skill*. No entanto, tem tido outras traduções, como habilidade, destreza, aptidão. Nas décadas de 1960 e 1970, a Didáctica das Ciências apropriou-se do termo *skill*, no âmbito do paradigma behaviorista, reportando o seu significado a um conjunto bem individualizado de comportamentos observáveis. A partir deste conceito, desenvolveram-se modelos de ensino que tiveram grande influência nos sistemas educativos da época, como, por exemplo, o *Ensino para a Mestria* e o *Microensino* (muito utilizado na formação de professores).

O conceito de competência que, actualmente, encontramos nos documentos curriculares e na literatura educacional é distinto. As novas significações colocam a tónica, não no carácter técnico da competência, mas sim no “seu carácter integrador e mobilizador de um conjunto de conhecimentos” (Roldão, 2003, p. 19). Trata-se, portanto, de uma concepção integrada “que inclui diversos atributos (conhecimentos, capacidades, atitudes), demonstrados no contexto de tarefas ocupacionais reais, e que relacionam esses atributos gerais com o contexto no qual eles vão ser utilizados” (Leite, 2003, p. 1108). Tavares e Alarcão (2002) definem competência como

uma capacidade transformada em *habilidade*, em *destreza*, em *técnica*. É uma habilidade que se desenvolve progressivamente através da prática e a partir de uma base de conhecimentos sobre a própria habilidade ou técnica. Implica ainda a ideia de uma habilidade que pressupõe jeito e exercício e se traduz em obras bem feitas, bem executadas. (p. 162)

Segundo Zabalza (2002) as competências correspondem ao conjunto de conhecimentos e habilidades que o sujeito necessita para desempenhar algum tipo de actividade. Le Boterf (1994/1997, citado em Roldão, 2003) sublinha que a competência é um conceito sistémico, uma organização inteligente e activa de conhecimentos adquiridos, apropriados por um sujeito, e postos em confronto activo com situações e problemas. Roldão entende a competência como a capacidade de “usar adequadamente os conhecimentos – para aplicar, para analisar, para interpretar, para pensar, para agir – em diferentes domínios do saber e, conseqüentemente, na vida social, pessoal e profissional” (2003, p. 16). Para Eraut

(1994), o conceito de competência é mais normativo que descritivo, podendo significar uma qualificação, uma capacidade intelectual especial ou uma capacidade técnica, mas, “para que uma pessoa seja julgada como um professor ou um gestor competente, é preciso que haja previamente um acordo sobre uma particular concepção de professor ou de gestor” (p. 169).

No Currículo Nacional para o Ensino Básico, adopta-se “uma noção ampla de competência, que integra conhecimentos, capacidades e atitudes e pode ser entendida como *saber em acção* ou *em uso*” (ME-DEB, 2001, p. 9). Esta noção de competência poderá ser representada, através do esquema seguinte:

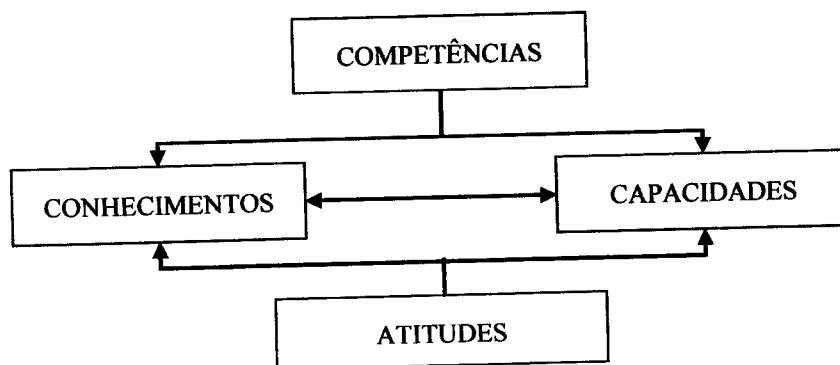


Figura 4. Representação das relações interactivas entre competências, conhecimentos, capacidades e atitudes.

Os novos currículos de ciências, ao colocarem a tónica no desenvolvimento de competências em literacia científica, apelam a uma abordagem integrada da ciência, não podendo existir uma “ciência conceptual”, uma “ciência procedimental” ou uma “ciência atitudinal” (Pro Bueno, 1995). Como sublinha Veiga (2001),

embora o conhecimento dos conteúdos permaneça uma prioridade, para a maioria dos professores, ele é hoje considerado insuficiente se, para além de factos, leis, princípios e teorias, não incluir também métodos, procedimentos específicos e história e filosofia da Ciência, proporcionando, no seu conjunto, uma visão dinâmica desta e tornando os próprios conteúdos acessíveis e susceptíveis de interessar aos alunos. (pp. 45-46)

Um currículo de literacia científica envolve, necessariamente, um conjunto diversificado de competências, cujas aprendizagens não se restringem ao período de escolaridade, mas desenvolvem-se e progridem ao longo de toda a vida (Chagas, s.d.). Trata-

-se de um currículo que utiliza o presente para perspectivar o futuro, desenvolvendo nos alunos competências, a partir do seu próprio presente, que irão determinar os padrões comportamentais necessários na sua vida futura, promovendo a aprendizagem ao longo da vida.

O National Research Council (1996) apresenta uma série de competências, directamente relacionadas com a literacia científica, consideradas necessárias para a formação do cidadão:

- Perguntar, procurar e encontrar respostas a questões derivadas da sua curiosidade sobre as experiências do dia-a-dia;
- Descrever explicar e prever fenómenos naturais;
- Compreender artigos sobre ciência, publicados na imprensa e em revistas de divulgação científica, e discutir a validade das conclusões aí apresentadas;
- Identificar questões científicas subjacentes a políticas nacionais e locais;
- Tomar decisões, científica e tecnologicamente informadas;
- Avaliar a qualidade da informação científica, com base nas fontes utilizadas e nas metodologias seguidas;
- Propor, avaliar e aplicar argumentos baseados na evidência.

As tendências curriculares mais recentes para a educação em ciência colocam no primeiro plano as capacidades de ordem superior, ou seja, as que estão relacionadas com a identificação e resolução de problemas, com o pensamento crítico, necessário à tomada de decisões, e com o uso de estratégias metacognitivas (NSTA, 1992). Com efeito, são estas capacidades (inovação, abertura de espírito, reflexão e poder de decisão) que vão tornar os jovens cidadãos autónomos, activos, participativos, com iniciativa, criativos e críticos, capazes de lidar com a explosão do conhecimento científico e tecnológico, bem como de compreenderem e de se adaptarem às mudanças que ocorrem na sociedade e no meio.

Desenvolver competências em literacia científica corresponde a uma encruzilhada de domínios do saber, que vai para além da aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos (aprendizagem de conceitos, teorias, leis, princípios), envolvendo outras dimensões da ciência: uma dimensão heurística, ou seja, interpretativa dos fenómenos que ocorrem no dia-a-dia; uma dimensão histórica e epistemológica relativa à natureza do

conhecimento científico, aos processos e aos valores envolvidos na sua construção, que permita a reconstituição dos acontecimentos e dos processos que conduziram ao conhecimento científico; e, ainda, uma dimensão humanística que permita compreender e interpretar o sentido total das interacções ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Da articulação e complementaridade destas dimensões resulta uma visão multidimensional da ciência, a única que pode contribuir para uma verdadeira cultura científica e tecnológica, indispensável à integração, adaptação e participação activa dos cidadãos na compreensão e interpretação da realidade envolvente, na resolução de problemas e na tomada de decisões em questões sociais e ambientais que envolvem a ciência e a tecnologia.

Assim, num currículo centrado em literacia científica, devem considerar-se três tipos de competências: as competências conceptuais, relacionadas com conteúdos de natureza académica, que dizem respeito ao conhecimento dos produtos da ciência (factos, conceitos, teorias, fórmulas e regras); as competências processuais, relacionadas com os procedimentos científicos utilizados na construção do conhecimento científico; e as competências atitudinais, correspondentes aos conteúdos metacientíficos, relacionados com a natureza da ciência e as suas dimensões (psicológica, sociológica, filosófica e histórica), onde se incluem a história e epistemologia da ciência e as relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A grande inovação do currículo de competências não está somente na aprendizagem dos conteúdos, dos processos e atitudes, mas antes em garantir que tais aprendizagens sejam úteis e utilizáveis no dia-a-dia, não numa perspectiva meramente instrumental, mas sim numa perspectiva de acção. Na verdade, o conceito de competência, adoptado nos novos currículos, visa “promover o desenvolvimento integrado de capacidades e atitudes que viabilizam a utilização dos conhecimentos em situações diversas, mais familiares ou menos familiares ao aluno ... nomeadamente situações problemáticas” (DEB-ME, 2001, p. 9).

Os enunciados das competências fornecem indicações fundamentais para a gestão adequada do currículo. São ferramentas que auxiliam os professores na planificação, fornecendo orientações gerais para os objectivos a alcançar, para os conteúdos a ensinar, para a realização das experiências educativas e para a elaboração dos instrumentos de avaliação.

1.2 – Os Objectivos

O ensino é uma actividade intencional e essa intencionalidade consiste no exercício deliberado de influência sobre quem aprende. Os objectivos e os fins da educação são estabelecidos, em função das opções filosóficas e políticas, das exigências da sociedade e das condições do desenvolvimento intelectual, afectivo e físico dos alunos (Landshere, 1994). Por conseguinte, sempre que as necessidades sociais mudam e se desenvolvem novas perspectivas educativas, as finalidades e objectivos da educação também mudam (Reid e Hodson, 1993).

O aspecto central que justifica a necessidade de “traduzir” as intenções educativas sob a forma de objectivos está em considerar que a actividade educativa não é pensável sem a explicitação dos objectivos para os quais está orientada (Escudero, 1983, citado em Nieves Blanco); objectivos que podem ser definidos quer em termos de comportamentos observáveis, quer em termos de habilidades cognitivas, atitudes, destrezas, capacidades ou competências. Segundo Ribeiro (1990), os objectivos servem o propósito de indicar a direcção e intencionalidade do ensino/aprendizagem, de facilitar a comunicação entre os vários intervenientes do processo educativo e de clarificar a avaliação. Desempenham funções de “critérios de decisão” quanto à selecção e estrutura dos conteúdos, estratégias, actividades e meios de ensino-aprendizagem; e de “factores de coerência” dos planos e programas de ensino. Para Nieves Blanco (1994) os objectivos marcam uma direcção a seguir, sendo a acção pedagógica um processo em que se vão alcançando resultados distintos e múltiplos, cuja unidade e coerência são asseguradas pelo projecto educativo. Este autor considera que há três aspectos que caracterizam os objectivos educacionais: i) um resultado; ii) intencional e predeterminado; iii) expresso em termos do que os alunos devem aprender.

A ênfase que os documentos de política educativa vêm colocando sobre as competências exige uma reorientação da actividade docente, pois não se trata de “uma verbalização mais a acrescentar ao vocabulário corrente no mundo da educação” (Roldão, 2003, p. 25). Trata-se sim de um conceito inovador que tem de provocar alguma mudança efectiva nas práticas educativas. A entrada em vigor dos novos currículos do ensino básico, orientados para o desenvolvimento de competências, tem gerado alguma confusão no seio da comunidade docente. A este propósito, Roldão (2003) esclarece duas ideias erradas:

“objectivos e competências são a mesma coisa” e “um currículo de competências dispensa a definição de objectivos”, partindo do conceito de objectivo, como “aquilo que pretendemos que o aluno aprenda, numa dada situação de ensino e aprendizagem, e face a um determinado conteúdo ou conhecimento” (p. 21), a competência será “o objectivo último dos vários objectivos que para ela concorrem” (p. 22). Assim, o desenvolvimento curricular de competências passa por uma adequada clarificação dos objectivos em termos da(s) competência(s) pretendida(s) e pelo desenvolvimento do processo de ensino/aprendizagem nesse sentido. No fundo, trata-se de definir os objectivos em função do seu “para quê”.

1.3 – Os Conteúdos

Tradicionalmente, os conteúdos eram entendidos como uma selecção de conhecimentos científicos, estruturados em disciplinas académicas que eram consideradas como as formas mais refinadas de elaboração da experiência humana e com capacidade para proporcionar uma adequada compreensão do mundo (Nieves Blanco, 1994). De um modo geral, os conteúdos curriculares são determinados pelos fins e objectivos, articulados num projecto educativo (Landshere, 1994) e estão directamente relacionados com a concepção social que se atribui ao ensino (Zaballa, 1995), ou seja, os conteúdos de ensino “resultam de cruzamentos complexos entre uma lógica conceptual, um projecto de formação e exigências didácticas” (Astolfi e Develay, 1990, p. 51). Nesta perspectiva, Landshere (1994), define os conteúdos curriculares como “o conjunto dos saberes, saber-fazer e saber-ser que normalmente o aluno tem de adquirir no decurso de um ciclo de aprendizagem” (p. 89).

Sobre este aspecto, quer as fortes críticas que, desde a década de 1960, têm sido feitas ao ensino centrado em conteúdos científicos, quer os desenvolvimentos teóricos, no âmbito da investigação em ciências, têm tido pouca influência nas práticas dos professores (Cachapuz, 1995a). Estes continuam a privilegiar os produtos da ciência, o que se evidencia pela grande preocupação com o cumprimento do programa (entenda-se ensinar todos os conteúdos e temas). A gestão do currículo não é feita em função das competências a

desenvolver nos alunos, mas sim com base nos conteúdos, muitas vezes condicionada pelo uso exclusivo do manual escolar.

O princípio da flexibilidade curricular, subjacente no currículo em vigor, atribui aos professores responsabilidades na sua gestão, de acordo com os alunos e contextos diferenciados. Neste sentido, as decisões curriculares não podem ser deixadas ao acaso, ou ser submetidas às propostas dos manuais escolares. Pois como salienta Cajas (2001), a “transposição do conhecimento científico para conhecimento escolar”, quando acontece de maneira espontânea ou fica à mercê dos autores dos manuais escolares, levanta alguns problemas teóricos e práticos que afectam o processo de alfabetização científica.

No actual contexto da educação em ciência, esta transposição do conhecimento científico para o conhecimento escolar é muito mais que uma versão simplificada do conhecimento científico, pois envolve questões complexas, como o impacto social que este pode ter na vida quotidiana de cada um. Assim, para os fins da alfabetização científica, o que está em causa não é simplificar o conhecimento científico, mas sim promover um discurso científico escolar mais coerente e relevante para o dia-a-dia dos cidadãos. As decisões curriculares devem ser guiadas pelos fundamentos e procedimentos de análise do conteúdo disciplinar e das dificuldades da sua aprendizagem, em função das características dos alunos e tendo em vista não só a concretização dos objectivos, mas também das estratégias didácticas e da avaliação (Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez, 2000).

Kirkham (1989, citado em Craveiro, 1999) estabelece alguns critérios para a gestão curricular dos conteúdos, considerando que os conteúdos devem:

- a) Ser reconhecidos pelos alunos, estando de acordo com as suas experiências e ideias;
- b) Ter utilidade, podendo aplicar-se à realidade;
- c) Desenvolver a capacidade dos alunos compreenderem e apreciarem o mundo (natural ou criado pelo Homem);
- d) Permitir futuras escolhas vocacionais;
- e) Fornecer conhecimento científico acerca dos maiores problemas da nossa sociedade (poluição, esgotamento de recursos não renováveis, doenças);
- f) Desenvolver habilidades pessoais e atitudes (confiança, iniciativa, perseverança), para a promoção do uso do conhecimento adquirido;

- g) Desenvolver a compreensão de que o conhecimento científico tem limitações e não é a única forma de conhecimento válido e útil.

Hoje, mais do que nunca, a ideia de que o ensino das ciências não pode continuar a explorar exclusivamente os conteúdos, enquanto produtos da ciência, está bem viva, pois como afirma (Bachelard, citado em Lopes, 1993) o ensino de resultados da ciência não é jamais um ensino científico. Por conseguinte, os conteúdos não devem ser apresentados como uma construção hierárquica de conceitos individuais introduzidos de modo abstracto, seguindo a estrutura da disciplina, mas sim como temas de utilidade reconhecida para a resolução de situações do dia-a-dia. Como sublinha Cachapuz, (1995a) “os conceitos estruturantes das Ciências não podem aparecer como meras possibilidades lógicas, como um sistema abstracto de conhecimento desinserido de uma rede de razões, mas antes como o resultado de um diálogo permanente e fascinante entre o homem e o mundo natural” p. 355).

Importa acabar com a ideia redutora de que os conceitos são as peças fundamentais do corpo de conhecimentos válido (Martins, 2002b, 2003b). Como afirma Santos (1958), o saber não é o fim da escola, mas o meio de que a escola se serve para desenvolver a inteligência e a personalidade (citado em Pacheco e Flores, 1999). Mais do que ensinar leis e princípios científicos, a educação científica terá de desenvolver capacidades e atitudes que permitam que o conhecimento teórico e disciplinar deixe de ser estéril e inútil. Os conteúdos curriculares devem, ainda, colocar ênfase na história e epistemologia da ciência e em temáticas ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, “proporcionando aos alunos não só o acesso aos produtos da Ciência mas também aos seus processos, através da compreensão das potencialidades e limites da Ciência e das suas aplicações tecnológicas na Sociedade” (ME-DEB, 2001a, p. 8).

Contrariando algumas falsas dicotomias que opõem as competências aos conteúdos, Roldão (2003) esclarece que “a competência não exclui, mas exige, a apropriação sólida e ampla de conteúdos, organizados numa síntese integradora” (p. 24). E, acrescenta que “os conteúdos são indispensáveis para ganhar alguma coisa que se não tinha antes, para nos tornarmos *mais competentes* – cientificamente, linguisticamente, historicamente, esteticamente, matematicamente...” (Roldão, 2003, p. 16). Isto significa que os conteúdos curriculares não valem por si, mas pelo seu uso, enquanto “meios” para alcançar os “fins”

educacionais (definidos actualmente em termos de competências). Neste sentido, Reid e Hodson (1993) opinam que

os conteúdos devem ter, sobretudo, significado e utilidade social, intensificar e melhorar a vida de cada aluno como cidadão e membro de uma família, proporcionar uma compreensão funcional do mundo natural, e assegurar um entendimento da ciência e tecnologia contemporâneas e suas interações com a sociedade. (p. 225)

1.3.1 – Conteúdos conceptuais

O desenvolvimento de comportamentos sociais esclarecidos e informados para a tomada de decisões sobre diversos problemas sociais de matriz científico-tecnológica passa, necessariamente, pelo conhecimento e compreensão de conceitos, princípios e leis neles implicados. Na verdade, os conteúdos conceptuais são necessários, mas não valem por si só, pelo que o importante é que a educação em ciência veicule um corpo de conhecimentos socialmente válidos (Martins e Veiga, 1999), que possa abranger um núcleo fundamental de assuntos, que não sendo limitativo para um futuro aprofundamento, seja relevante para todas as pessoas. Desta forma, será possível contrariar os resultados de investigações internacionais que mostram que mesmo os melhores alunos em ciências consideram que o currículo convencional de ciências tem pouca relevância para a sua vida actual e futura (Aikenhead, 2002).

Rutherford e Ahlgren (1995) salientam que no ensino das ciências, de um modo geral se tem privilegiado a quantidade e o detalhe do conhecimento científico; e que alguns conteúdos são tratados repetidamente e com pormenores desnecessários, enquanto que outros, de maior importância, são tratados superficialmente. Sendo a “literacia científica” e a “ciência para todos” as grandes metas da educação em ciência, a redução dos conteúdos conceptuais e a consequente selecção dos mais importantes e apropriados ao desenvolvimento das competências em literacia científica são uma condição essencial. Contudo, o que está em causa não é a eliminação de conteúdos, mas sim a selecção de conteúdos educacionalmente relevantes, que permitam que os alunos alcancem saberes e competências importantes para a sua formação, onde também se incluem as principais ideias científicas (Martins, 2002b).

De facto, uma das “imposições” de um currículo de literacia científica é “ensinar menos para ensinar melhor” (AAAS, 1993; Rutherford e Ahlgren, 1995). Só com a redução selectiva dos conteúdos curriculares será possível concretizar as actuais orientações para a educação em ciência, nomeadamente o ensino/aprendizagem que tenha em conta os conhecimentos prévios dos alunos os seus interesses e necessidades; que promova a participação activa dos alunos na construção do seu próprio conhecimento; que fomente a realização de experiências educativas diversificadas (actividades de pesquisa, actividades de resolução de problemas e actividades experimentais); e que esteja centrado em temáticas CTSA.

1.3.2 – Conteúdos processuais

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, nos currículos escolares (Finley, 1983). Cem anos depois, com a emergência do paradigma da Aprendizagem por Descoberta, os processos científicos configurados pelo “método científico” assumem um papel determinante no ensino das ciências. Nos actuais currículos de ciências, mantêm-se a valorização dos conteúdos processuais, em particular dos processos da ciência. Contudo, as razões que fundamentam esta valorização são completamente distintas. Já não é a “descoberta” do conhecimento que está em causa, mas sim o desenvolvimento de competências que são úteis no quotidiano e que podem ser aplicadas noutros contextos e noutras situações, contribuindo para a compreensão e adaptação a um mundo caracterizado pela existência de múltiplos estímulos informativos e em que o desconhecido e o imprevisível são uma realidade.

Hodson e Brewster (1985, citados em Reid e Hodson, 1993) constituíram quatro categorias de actividades científicas, onde incluíram vinte e um procedimentos científicos (Quadro 15).

Quadro 15

Categorias de Actividades Científicas e Procedimentos Científicos

CATEGORIAS	PROCEDIMENTOS
Planificação de investigações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação e classificação de problemas. 2. Formulação de hipóteses. 3. Selecção de testes apropriados para as hipóteses. 4. Desenho de experiências: <ol style="list-style-type: none"> a) Análise dos passos; b) Identificação e controlo de variáveis; c) Selecção de procedimentos e materiais apropriados; d) Identificação das questões de segurança.
Realização de investigações	<ol style="list-style-type: none"> 5. Observações rigorosas de objectos e fenómenos. 6. Selecção dos instrumentos de medida apropriados. 7. Medição rigorosa. 8. Descrição e comunicação das observações em linguagem apropriada: qualitativa e quantitativa. 9. Uso seguro de material de laboratório. 10. Realização de operações rotineiras de laboratório. 11. Realização de técnicas específicas. 12. Levar a cabo procedimentos familiares ou novos, de acordo com as instruções escritas ou verbais. 13. Trabalho metódico e eficiente.
Interpretação e aprendizagem das investigações	<ol style="list-style-type: none"> 14. Processamento, manipulação e organização de dados experimentais. 15. Apresentação dos dados de forma apropriada. 16. Análise e interpretação de dados. 17. Extrapolação de dados e generalização. 18. Dar sentido aos dados, em referência a uma teoria relevante. 19. Tirar conclusões. 20. Sugerir modificações e melhorias para o trabalho posterior.
Comunicação	<ol style="list-style-type: none"> 21. Preparação e comunicação de uma apresentação oral ou escrita, adequada ao conteúdo e à audiência.

Pro Bueno (1995) apresenta uma sistematização dos procedimentos que devem constar num currículo de ciências:

- 1 - Procedimentos instrumentais que servem de suporte a outros de maior complexidade cognitiva, como, por exemplo: manuseio de instrumentos de medida, cumprimento de normas de segurança, montagem de dispositivos experimentais e resolução de problemas numéricos.
- 2 - Procedimentos de investigação correspondentes à metodologia de investigação, como, por exemplo: selecção de dados, formulação de hipóteses, identificação e controlo de variáveis, planificação e execução de experiências, elaboração de conclusões e comunicação dos resultados.
- 3 - Procedimentos de transferência que dizem respeito à utilização de conhecimentos em contextos próximos ou afastados da realidade, como, por exemplo: a análise e interpretação de factos da vida quotidiana e a utilização de conhecimentos na resolução de problemas do dia-a-dia.

Os processos ou procedimentos surgem na bibliografia dos últimos anos, como conhecimentos concretos que têm de ser ensinados (Pro Bueno, 1995), porque contribuem para a compreensão de conceitos, para uma maior compreensão da prática científica e, conseqüentemente, para uma visão mais realista do que é a ciência. Por outro lado, os processos que a ciência utiliza, como o inquérito, baseado em evidência e raciocínio, ou a resolução de problemas e o projecto, em que estão presentes a argumentação e a comunicação, são um valioso contributo para o desenvolvimento de competências em literacia científica.

No que se refere à selecção de procedimentos, as sugestões serão as mesmas que se aplicam na selecção de conteúdos de outra natureza: é necessário ter em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e as suas capacidades cognitivas; devem estar relacionados com os objectivos; e devem ser devidamente contextualizados; para que a sua aprendizagem faça sentido para os alunos.

1.3.3 – Conteúdos atitudinais

A ciência não é só um corpo de informação e um modo de acumular e validar essa informação. É também uma actividade social que incorpora certos valores humanos (Ziman, 1986), como a curiosidade e a criatividade ou o cepticismo, fundamentais na construção e desenvolvimento da ciência. Na aprendizagem da ciência, os alunos devem encontrar estes valores como parte da sua experiência e não como afirmações vazias (Rutherford e Ahlgren, 1995). Contudo, a educação em ciência, para além de favorecer o desenvolvimento de atitudes científicas, também deve “contribuir para que os alunos tomem consciência do interesse dessa atitude científica na valoração dos problemas do quotidiano que antecede os seus comportamentos individuais, sociais e políticos” (Martins e Veiga, 1999, p. 12).

Reid e Hodson (1993) consideram que, na educação científica, são particularmente importantes dois tipos de atitudes: *atitudes para com a ciência e atitudes científicas*. No primeiro caso, importa desenvolver atitudes positivas para com a ciência, o que pressupõe uma visão realista da ciência que passe pelo reconhecimento das suas potencialidades e limitações e pelo desenvolvimento da confiança no conhecimento científico. No segundo caso, encontram-se diversas atitudes científicas, em que se distingue uma dimensão mais cognitiva (abertura de espírito, curiosidade, criatividade, objectividade, honestidade intelectual, respeito pela evidência, espírito crítico, persistência, flexibilidade de pensamento...) e uma dimensão afectiva (respeito, tolerância, cooperação, amor à verdade, autoconfiança...).

Estes autores estabeleceram uma lista de dezassete atitudes que devem ser tidas em conta, no ensino/aprendizagem da ciência:

1. Independência de pensamento e confiança em si mesmo;
2. Capacidade de auto-motivação e aceitação da responsabilidade pela própria aprendizagem;
3. Perseverança;
4. Curiosidade;
5. Tolerância;
6. Espírito crítico;
7. Cooperação;

8. Abertura de espírito: desejo de mudar de ideias face a novas evidências, e desejo de abandonar um juízo, se não há evidências suficientes;
9. Ter consciência de que a maioria das questões e problemas podem ser abordados sob perspectivas diferentes;
10. Honestidade e integridade, na realização de trabalho experimental;
11. Desejo de prever, especular e assumir compromissos intelectuais;
12. Aceitação do modo de questionar da ciência, como forma legítima de pensar;
13. Entusiasmo pela ciência;
14. Cepticismo informado e saudável, baseado no reconhecimento das limitações da ciência, e capacidade de defender-se de afirmações não suportadas pela evidência ou teoria;
15. Reconhecimento do papel da ciência e da tecnologia na sociedade e para o bem-estar material;
16. Aplicação de capacidades para a resolução de problemas científicos a situações quotidianas;
17. Adopção de interesses relacionados com a ciência.

Muitas destas atitudes são necessárias às competências em literacia científica, como, por exemplo: o questionamento da realidade observada, para as tomadas de decisão e a resolução de problemas; a utilização da intuição, no processo investigativo; a criatividade, a curiosidade e o espírito crítico, na busca de soluções e caminhos alternativos. Por isso, devem ser estimuladas e valorizadas pelos professores, nas aulas de ciências. Contudo, algumas destas atitudes parecem estar ausentes das aulas de ciências. Por exemplo, um estudo de Jesus (1997), realizado com professores estagiários de Física e Química, revelou que, na planificação das aulas experimentais, não constam objectivos relacionados com o estímulo da criatividade e da curiosidade científica.

Uma das formas de fomentar o desenvolvimento destas atitudes é através do levantamento de questões. O processo mental associado à elaboração de uma questão contribui para o desenvolvimento intelectual, estimula a capacidade de raciocínio e pode revelar os esquemas mentais de quem a formula (Dillon, 1986), contribuindo para um maior envolvimento dos alunos na sua própria aprendizagem. Contudo, é preciso não esquecer que

a formulação de questões requer um nível adequado de informação, pois tanto o défice de informação como o excesso podem gerar obstáculos na aprendizagem.

Para estimular a curiosidade, os professores devem encorajar os seus alunos a levantar questões sobre a realidade envolvente e sobre os conteúdos, sugerindo formas produtivas de encontrar respostas. Para promover a criatividade, é importante recompensar a originalidade e a imaginação dos alunos, quer através da colocação de questões, quer da busca de soluções para os problemas levantados. Se, por um lado, é importante promover o respeito pela evidência e ter confiança na ciência, por outro, é necessário manter o cepticismo, o pensamento crítico e o espírito aberto a possíveis mudanças. Estas atitudes podem ser fomentadas através de actividades de discussão sobre a credibilidade do conhecimento científico ou sobre controvérsias científicas.

1.3.4 – Conteúdos de História, Sociologia e Epistemologia

Nas sociedades modernas, de forte sustentação científico tecnológica, o simples contacto com os conceitos não é suficiente para habilitar o cidadão a participar melhor e mais activamente no próprio processo de desenvolvimento social de que faz parte. O contacto com a forma como a ciência é e foi construída é, porventura, a via mais fácil de transmitir valores, como a importância e o respeito pela diversidade, que são, por si sós, o próprio fundamento da democracia (Veríssimo e Ribeiro, 2001).

Considerando que a ciência e a tecnologia se definem tanto por aquilo que fazem e como o fazem, como pelos resultados que obtêm, para que os alunos compreendam estas áreas do conhecimento, como modos de pensar e de agir, é necessário que adquiram alguma experiência com os tipos de pensamento e acção que as caracterizam (Rutherford e Ahlgren, 1995). É também necessário que compreendam o modo como a ciência realmente acontece, aprendendo algo sobre o crescimento das ideias científicas, o caminho que conduziu até à compreensão actual de tais ideias, os papéis desempenhados por diferentes investigadores e a interacção entre as provas e a teoria ao longo do tempo (Rutherford e Ahlgren, 1995).

No contexto actual em que, cada vez mais, a evolução da ciência e da técnica estão dependentes de decisões políticas e sociais, não é possível compreender a ciência, as suas

características ou o que é o trabalho científico, sem compreender a história da ciência e dos contextos sócio-culturais, onde emergiu o conhecimento científico. A dimensão epistemológica da ciência, ao ter, como objecto de estudo, a reflexão sobre a produção da ciência, sobre os seus fundamentos e métodos e sobre o seu modo de desenvolvimento, contribui para uma visão mais adequada sobre a natureza da ciência (Hodson, 1994; Praia, 1996), e por conseguinte, uma melhor compreensão da ciência e da tecnologia (Duschl, 1997). Neste sentido, a história e a epistemologia da ciência têm sido apontadas como um dos possíveis caminhos para a melhoria do ensino das ciências (Praia, 1995, Bastos, 2002).

Dispomos, actualmente, de uma grande quantidade de investigações de carácter epistemológico, focalizadas em múltiplos ângulos de análise, que permitem concluir que “muitos alunos e professores partilham uma imagem deformada da ciência e da metodologia científica, interpretando-as como um corpo de conhecimentos e um conjunto de procedimentos não influenciados socialmente” (Martins e Veiga, 1999, p. 19). Na verdade, a escola tem contribuído, implícita e explicitamente, para a construção de concepções redutoras acerca da natureza da ciência. A “ciência escolar”, ao privilegiar a ilustração, a verificação e a memorização de um corpo organizado de conhecimentos, apresenta a ciência como um processo linear, rigoroso e objectivo, isento de valores, que conduz a verdades absolutas e inquestionáveis, através da observação rigorosa dos fenómenos e do estabelecimento de generalizações. Opõe-se assim, claramente, a uma visão actual da ciência que coloca ênfase no carácter provisório das teorias científicas e na sua dependência social; e que concebe o conhecimento em construção, mediado por grupos sociais, políticos e económicos, em todas as suas dimensões.

A epistemologia e a história da ciência constituem dimensões da ciência que concorrem para múltiplas visões da ciência (histórica, anti-dogmática, relativista, humanista, integracionista, pluralista, multi-processual e analítica), necessárias para a construção de uma ideia correcta do que é a ciência e de como se desenvolve. A partir destas visões da ciência, apresentamos diversos argumentos que justificam a importância da história e epistemologia nos currículos de ciências.

A visão histórica contribui para uma melhor compreensão do estado actual das ciências, mostrando como se constrói e desenvolve o conhecimento científico. Esta é,

segundo Bizzo (1993, citado em Praia, 1995), uma abordagem útil para a compreensão dos paradigmas actuais, chamando a atenção para como são iniciadas, desenvolvidas e alteradas as ideias científicas ao longo do tempo. No fundo, trata-se de uma abordagem que permite conhecer o passado da ciência, para compreender o presente e perspectivar o futuro.

Alguns filósofos contemporâneos (Kuhn, Popper, Toulmin) têm contribuído para a desdogmatização do conhecimento científico. Recusam a caracterização da ciência como conjunto de verdades definitivas que foram provadas experimentalmente, defendendo que as ciências resultam da concepção de modelos explicativos aplicáveis a um conjunto, cada vez maior, de fenómenos. Por conseguinte, as ciências são criação humana, são produtos sociais que resultam do trabalho de sujeitos integrados numa dada sociedade, cujo pensamento é influenciado pela mentalidade dominante da sua época, pelas suas próprias condições de existência, criatividade e motivações e pelos meios humanos e materiais de investigação. Por outro lado, a produção, o reconhecimento e a aceitação do conhecimento científico requerem negociação e consensos que são dependentes de valores éticos, ideológicos e culturais, mas também dos poderes político e económico, que através do controlo do financiamento, intervêm na escolha dos problemas a investigar, na definição dos objectivos, nos meios e nas técnicas a utilizar. A reflexão sobre a natureza da ciência, ao dar a conhecer os avanços e recuos e os obstáculos e incentivos que envolvem a produção científica, evidencia o papel do “erro” da criatividade e da intuição, contribuindo para uma visão dinâmica que ajuda a pôr em causa a ideia de ciência produtora de verdades absolutas e definitivas, fazendo emergir a ideia da temporalidade da ciência (Praia, 1996; Álvarez Lires, 1999).

A visão relativista da ciência resulta de uma abordagem social que leva à consciencialização de que a ciência e a tecnologia são construções sociais e culturais que resultam de uma actividade humana, colectiva, cujos princípios e teorias são validados à luz do contexto sócio-histórico-cultural, em que os cientistas desenvolvem a sua actividade (Sequeira e Leite, 1988; Praia, 1996), contribuindo para a desmistificação da ideia do cientista que trabalha isolado e da “ideia de história como resultante da acção de ‘grandes homens’” (Neto e Valente, 1991, citados em Praia, 1995).

Mostrar que a produção do conhecimento científico não resulta somente da utilização de métodos e técnicas rigorosos e que o sentido emocional, a intuição e a criatividade dos cientistas são igualmente importantes contribui para uma visão humanista da ciência que

reconhece “o papel central do erro, da dúvida e da criatividade na construção do conhecimento” (Cachapuz, 1995a, p. 370).

A história e a epistemologia da ciência permitem “incorporar no ensino finalidades de âmbito social, que ajudam à compreensão holística de problemas do mundo de hoje” (Praia, 1995, p. 23). A abordagem da dimensão social da ciência (onde se incluem as relações entre a ciência e a técnica; a influência da sociedade em geral e de poderes políticos, económicos e culturais, no desenvolvimento da ciência e da tecnologia; o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente; e os valores implicados na orientação da investigação científica e técnica) promove o desenvolvimento de uma cultura ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (Ziman, 1986; Hodson, 1994; Álvarez Lires, 1999). Neste sentido, a história e a epistemologia da ciência contribuem para uma visão inter-accionista da ciência, contrariando a visão da ciência descontextualizada e socialmente neutra.

Desenvolver a noção de que a ciência não só aponta para a busca do conhecimento científico em si mesmo, mas também para a resolução dos problemas da humanidade contribui para uma visão pluralista das finalidades da ciência. A divulgação de diferentes percursos investigativos, em que são utilizadas diferentes metodologias, em função da natureza da investigação, contribui para a desmistificação do “método científico” e para uma visão multi-processual da ciência. A avaliação crítica dos conceitos e métodos da ciência moderna promove o desenvolvimento de uma visão analítica (Álvarez Lires, 1999).

As potencialidades educativas da história e da epistemologia da ciência dependem das circunstâncias em que é feita a sua abordagem: como conteúdo de ensino ou como fonte de inspiração para a definição de conteúdos, e de sequências de conteúdos. Em qualquer dos casos deve ser seguida uma orientação didáctica assente na reflexão e na investigação. O professor deve levar os alunos a reflectir sobre a validade dos modelos teóricos, no respectivo contexto social, cultural e epistemológico; e sobre a coerência entre o sistema de pensamento científico e os factos experimentais que procuram interpretar. Deve, ainda, levar os alunos a investigar as causas que conduziram ao abandono de uma teoria, relacionadas com a interpretação da realidade à luz de novos factos experimentais e à constatação da existência de diferentes explicações científicas para os mesmos fenómenos, todas elas fundamentadas e construídas com rigor. O professor também deve levar os alunos a reflectir sobre a diversidade de processos investigativos utilizados na construção do conhecimento

científico. Desta forma, os alunos poderão desenvolver a compreensão do modo como a ciência nasce e evolui, do caminho percorrido até ao conhecimento actual, dos papéis desempenhados por diferentes investigadores e da dialéctica entre as provas e a teoria, ao longo do tempo.

Bastos (2002) sugere alguns exemplos concretos de aspectos de história e de epistemologia da ciência que podem ser discutidos nas aulas de ciências:

1. Hipóteses e teorias, incoerentes e esquisitas na actualidade, eram perfeitamente lógicas, face aos conhecimentos e visões do mundo disponíveis na sua época;
2. As mudanças no conhecimento científico não acontecem de modo fácil e rápido, mas envolvem numerosas pesquisas e intensos debates e disputas;
3. A comunicação e a circulação de ideias, no interior de uma comunidade científica, são importantes no processo de produção do conhecimento;
4. Interesses económicos, políticos, sociais e militares influenciam o processo de produção do conhecimento científico;
5. Teorias actuais determinam possibilidades e limites para a aquisição de novos conhecimentos;
6. O processo de produção do conhecimento em ciência apresenta momentos de descontinuidade;

A história e a epistemologia da ciência, para além de contribuírem para múltiplas e importantes visões da ciência, possuem um importante potencial didáctico, quer como meio de detecção de obstáculos conceptuais, através do paralelismo encontrado entre algumas concepções alternativas dos alunos e concepções científica ultrapassadas (Santos, 1991a; Furió Mas, 1996; Álvarez Lires, 1999), quer como recurso didáctico para promover a mudança conceptual. Evidenciar a importância do “erro” e da incerteza, na construção e desenvolvimento do conhecimento científico, ajuda os alunos a tomar “consciência da força de certas barreiras do passado histórico do pensamento científico e da forma como foram ultrapassadas” (Santos, 1991b). Deste modo, o “erro” adquire um novo significado e deixa de ter uma conotação negativa (os cientistas também erram e os erros são úteis na construção do conhecimento), reforçando a auto-estima dos alunos.

A vertente histórica e epistemológica, apesar de ser uma das actuais orientações do ensino das ciências, continua muito afastada das práticas de ensino. De um modo geral, quando planificam as suas aulas, os professores não têm em conta a natureza da ciência (Duschl e Wright, 1989) e tendem a assumir a “linearidade da evolução científica e a ordenação cronológica de acontecimentos distanciados no tempo, para que possam ser mais facilmente percebidos pelos alunos” (Craveiro, 1999, p. 55). Frequentemente, os conteúdos são apresentados como produtos acabados e inquestionáveis, por vezes confinados à enumeração de termos, factos e conceitos, sem uma estrutura conceptual que os interrelacione e integre (Praia, 1996).

Bastos (2002) evidencia alguns erros factuais e grosseiros em que incorre o ensino das ciências: a) ignora as relações entre o processo de produção de conhecimentos científicos e o contexto social, político, económico e cultural; b) transmite a ideia de que os conhecimentos científicos progridem única e exclusivamente por meio de descobertas fabulosas realizadas por cientistas geniais; c) glorifica o presente e seus paradigmas, menosprezando a importância das correntes científicas divergentes das actuais, a riqueza dos debates ocorridos no passado e as descontinuidades entre passado e presente; d) estimula a ideia de que os conhecimentos científicos são verdades imutáveis.

Na literatura são apontadas diversas causas para justificar o estado actual do ensino da história e da epistemologia da ciência, ou seja, a reduzida expressividade que têm tido nas salas de aula. Algumas das causas prendem-se com a carência de materiais curriculares adequados para tratamento em sala de aula; outras apontam para o tempo excessivo que exigem; e outras, ainda, referem-se à formação deficiente dos professores, geradora de insegurança (Álvarez Lires, 1999), que denuncia a ausência de reflexão epistemológica.

No que se refere aos materiais curriculares, verifica-se que os textos de história da ciência, disponíveis para consulta, dificilmente se adaptam às necessidades específicas do ensino das ciências, ao nível do ensino básico e até secundário. São textos que, de um modo geral, não reúnem, de modo sintético e numa linguagem acessível, os diferentes aspectos que o professor pretende discutir na aula (Bastos, 2002). Existem muitos trabalhos sobre história da ciência, mas são escassos os que abordam o ensino da história da ciência (Bernal Martínez e Viñao Frago, 2001). Consequentemente, os professores não dispõem de informações suficientes e adequadas que possam fundamentar a sua acção nesta área.

Por outro lado, os manuais escolares continuam a ser o suporte didáctico por excelência, que pauta, no conteúdo e na forma, o ensino das ciências (Santos, 1995). Contudo, nos manuais, a dimensão histórica e a dimensão epistemológica da ciência ou estão ausentes, ou não são tratadas com o nível pretendido. A história da ciência é, muitas vezes, apresentada de forma não problematizada, isenta de controvérsias e portadora de verdades universais. Verifica-se uma “tendência para apontar o passado como uma sucessão de antecedentes factuais e lineares do presente, sem ter em conta os contextos sociais e culturais da época” (Praia, 1995, p. 21). Deste modo, têm de ser os professores a proceder à pesquisa e selecção criteriosa de documentos educacionalmente relevantes, com vista à recolha de exemplos concretos que ilustrem a actividade científica e a construção do conhecimento ligada a conteúdos específicos. Este é um trabalho moroso e por vezes difícil que, consequentemente, leva muitos professores a preferirem ignorar a esta dimensão da ciência nas suas aulas.

1.3.5 – Conteúdos de âmbito Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

A ciência anteriormente associada sobretudo, ao saber e ao processo de produção das ideias, é hoje percebida, acima de tudo, a partir dos seus efeitos sobre a sociedade (Veiga, 1992). A ciência, mais do que um corpo organizado de conhecimentos, é hoje uma instituição social dinâmica, caracterizada por aspectos filosóficos, psicológicos e sociológicos, alicerçada na teia de relações que se estabelecem entre si, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Actualmente a ciência e a tecnologia mantêm relações complexas. A tecnologia já não é só aplicação do conhecimento científico, já que ela própria pode gerar conhecimento (Hurd, 1994). Os problemas da actualidade já não dizem respeito apenas a uma ciência pura, pois são cada vez mais problemas da sociedade (Gil Pérez *et al.*, 1991), em cuja resolução não está apenas envolvido um cientista que trabalha isoladamente, mas uma equipa pluridisciplinar que envolve cientistas e técnicos (Hurd, 1994).

Neste contexto, as tradicionais dimensões da ciência de conteúdo e de processo não são nem as mais importantes, nem as mais apropriadas para o desenvolvimento de uma “cidadania científica e tecnologicamente educada” (Yager e Hofstein, citados em Sequeira,

1997). Promover a cultura científica e tecnológica é uma das grandes finalidades da educação em ciência, que visa contribuir para a “abertura ao universo da ciência, chave de entrada para o século XXI e suas transformações científicas e tecnológicas (Delors, 1996, p. 128).

Estudos realizados na Europa, nas décadas de 1970 e 1980, e também em Portugal (Dias, Gonçalves, Oliveira e Ramos, 1987) revelaram que, de uma maneira geral, os cidadãos desconhecem o modo como a ciência e a tecnologia influenciam as suas vidas, tornando evidente a necessidade de inscrever a ciência e a tecnologia no quadro de saberes que fazem de cada indivíduo um cidadão. O reconhecimento do afastamento entre a ciência escolar e a ciência efectivamente requerida pelos cidadãos de uma sociedade pós-industrial (Trivelato, 1997) fez emergir, na década de 1970, o *Movimento Ciência Tecnologia e Sociedade* (CTS) que teve grande aceitação e desenvolvimento, nos países anglo-saxónicos e do norte da Europa. Porém, foi sobretudo a partir de meados da década de 1980 (Acevedo Díaz, 1994) que os currículos de ciências começaram a dar destaque à dimensão CTS.

A abordagem CTS(A) tem vindo a impor-se como importante tendência para a educação científica de futuros cidadãos (Yager e Tamir, 1993; Reid e Hodson, 1993; Vilches e Furió Mas, 1999). A própria UNESCO considerou prioritária a orientação do ensino das ciências na perspectiva CTS. Na declaração aprovada na Conferência Mundial sobre Ciência, reclama-se o ensino crítico das ciências e tecnologia, como imperativo estratégico de todos os países que tenham como meta garantir o progresso e bem-estar das suas populações (UNESCO-ICSU, 1999). Por conseguinte, nas reformas do ensino das ciências que, nos últimos anos, têm acontecido no mundo ocidental, esta abordagem é privilegiada, sobretudo ao nível dos currículos da escolaridade obrigatória.

Os novos currículos de Ciências Físicas e Naturais, em vigor no nosso país, apontam nesse sentido. Na apresentação dos temas integradores desta área, pode ler-se: “que a interação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente deverá constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos” (ME-DEB, 2001a, p. 134); e, ainda, que “os jovens têm de aprender a relacionar-se com a natureza diferente deste conhecimento, tanto com diversas descobertas científicas e processos tecnológicos, como com as suas implicações sociais” (ME-DEB, 2001a, p. 129).

O ensino CTS surge como uma proposta credível para orientações curriculares, conceptualização de recursos didácticos e elaboração de estratégias de ensino. Assume-se como uma via promissora capaz de inverter a tendência de desinteresse que os jovens têm vindo a apresentar, relativamente ao ensino das ciências experimentais (Martins, 2003a), e para minimizar o desfasamento existente entre a aprendizagem da ciência escolar (evidenciada pelos baixos níveis de literacia científica apresentados pelas populações) e as necessidades da educação científica das sociedades actuais (Martins, 2002b).

Cada vez mais, a ciência e a tecnologia fazem parte da cultura do nosso tempo, pois há muito poucas ou nenhuma questões públicas que não tenham uma dimensão científica e tecnológica (Reid e Hodson, 1993). A resolução dos grandes problemas que afectam as sociedades contemporâneas passa pela necessidade de maiores investimentos na investigação científica e na produção tecnológica e pela implementação de uma educação científica e tecnológica adequada. Por conseguinte, a educação em ciência deve assentar não só numa “cultura de ciência” (Driver *et al.*, 1992), mas também numa cultura tecnológica, pois como afirmam Martins e Veiga (1999),

cada indivíduo deve dispor de um conjunto de saberes do domínio científico-tecnológico que lhe permita compreender os fenómenos do mundo em que se insere, deve acompanhar as questões decorrentes da actividade científico-tecnológica com implicações sociais e deve de tomar decisões democráticas de modo informado. (p. 12)

Carvalho (1996) reforça esta perspectiva ao afirmar que a educação CTSA deve assentar “numa sólida e actualizada cultura humanista capaz de relativizar e contextualizar o papel da ciência e da técnica, capaz de protagonizar a dimensão social da técnica, capaz ainda de dar um sentido humano ao respeito pelo meio e pela natureza” (p. 201).

A orientação dos currículos, segundo perspectivas CTSA, tem subjacente novos objectivos, novas metodologias e novos conteúdos, de natureza menos académica e mais contextualizados. O ensino CTSA, coloca ênfase na natureza social e humana da ciência e tecnologia, realça a exploração das interacções entre a ciência e a tecnologia e das interacções destas com a sociedade e com o ambiente, promovendo atitudes que permitam valorizar e compreender melhor a interacção destas quatro dimensões.

Esta abordagem apoia-se numa visão mais externalista e racionalista da ciência. Implica a mudança de uma perspectiva disciplinar para uma lógica dos problemas sociais



concretos e a mudança de um conhecimento científico para uma cognição prática. A apresentação de temas-problema com que se debate a comunidade científica, do modo como procura soluções, dos percursos que utiliza, dos juízos de valor que pondera e de como as soluções técnicas podem ser preteridas por razões e princípios éticos contribui para a construção de uma imagem mais correcta da actividade científica.

O ensino CTSA, centrado em problemas das sociedades actuais (por exemplo, a poluição, a fome, a explosão demográfica, as doenças, a destruição dos recursos naturais e os desperdícios de energia) que exigem tomadas de decisão, estimula os jovens a pensar sobre ciência e tecnologia do ponto de vista filosófico, ético e cultural (Martins, 2003a). Esta reflexão é essencial, para resistir a correntes de tendência totalitária, que estão na origem de muitos movimentos anti-ciência que, por vezes, se instalam na sociedade, em consequência de visões distorcidas da realidade (Solbes *et al.*, 2001; Veríssimo e Ribeiro, 2001).

A par dos inúmeros benefícios que a ciência e a tecnologia têm trazido à humanidade (a conquista do espaço, as descobertas no campo da medicina, as novas tecnologias de informação e comunicação, ...), existem grandes catástrofes que marcaram a nossa época (a bomba de Hiroxima, o desastre de Chernobyl e outros acidentes ecológicos que acontecem um pouco por todo o mundo) e muitos perigos eminentes, como a guerra biológica ou a guerra nuclear, que requerem reflexão e capacidade para avaliar o binómio benefício-risco. Nesta perspectiva, importa que o cidadão tome consciência da relação de interdependência entre o desenvolvimento científico-tecnológico e os valores sociais e éticos dominantes em cada momento (Martins e Veiga, 1999), mas, sobretudo, que tome consciência de que os aspectos negativos da ciência e da tecnologia são uma consequência da fruição e/ou do controlo que o homem faz sobre eles.

A educação científica, na perspectiva CTSA, torna o estudo da ciência e da tecnologia mais relevante, porque tenta aproximar o ensino formal das ciências não só das necessidades e interesses dos alunos, em particular, mas também das necessidades da sociedade em geral (Martins, 2003a). Neste sentido, a escolha de temas e contextos familiares e de pertinência social assume um papel fundamental na organização da prática lectiva.

Encontramos na literatura, diversas propostas curriculares para uma educação CTSA. Na opinião de Reid e Hodson (1993), os currículos de ciências devem incluir uma reflexão sobre o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade e da influência da sociedade, na investigação e desenvolvimentos científicos.

Martins e Veiga (1999) referem três autores com perspectivas curriculares diferentes, mas complementares: Gardner (1994) defende a construção do currículo, a partir de conceitos sócio-científicos e sócio-tecnológicos; Hurd (1994) considera que o currículo deve ter em conta as características da sociedade, a mentalidade dos jovens e a natureza e ética da ciência pós-moderna; Millar (1996) preocupa-se com uma ênfase mais tecnológica, que prepare os jovens para a interacção com o mundo material, para a compreensão dos modelos explicativos de fenómenos naturais e para a compreensão da ciência como empreendimento social.

As abordagens CTSA devem utilizar situações de aprendizagem, em que os conhecimentos científicos e tecnológicos se interrelacionam com problemas e situações do dia-a-dia, em que a ciência, a tecnologia e a sociedade estejam patentes (Bybee, 1993; Santos, 1994b; Cid, 1995; Vilches e Furió Mas, 1999); Acevedo Díaz, 2003, 2004; Manassero Mas *et al.*, 2004). Neste tipo de abordagens, os alunos devem ter oportunidades para: a) identificar problemas com interesse e impacto social; b) experienciar os papéis de cidadãos na resolução de problemas; c) mobilizar recursos locais (humanos e materiais), para obter as informações necessárias à resolução de problemas; d) identificar os efeitos da ciência e da técnica na sociedade e vice-versa; e) reconhecer as potencialidades e limitações da ciência e tecnologia, no bem-estar social; f) relacionar os factores políticos, económicos e éticos com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Os conteúdos de CTSA são propícios à organização de debates e discussões, em torno de problemas reais de índole científica, tecnológica e ética ou mesmo religiosa, permitindo integrar no ensino finalidades de âmbito social. As questões CTSA exige uma abordagem interdisciplinar, centrada na compreensão dos aspectos sociais e humanistas da ciência e da tecnologia, envolvendo diversas capacidades (por exemplo, pesquisar informação, resolver problemas, comunicar oralmente e por escrito, investigar, avaliar o próprio trabalho, confrontar pontos de vista, analisar criticamente argumentos, discutir os limites de validade de conclusões alcançadas, formular novas questões) e atitudes (por

exemplo, sobre a natureza da ciência, o trabalho científico e as implicações da ciência e da tecnologia).

Na figura 5 apresentamos duas das estratégias sugeridas para abordagem de temas CTSA, a resolução de problemas e as actividades de pesquisa.

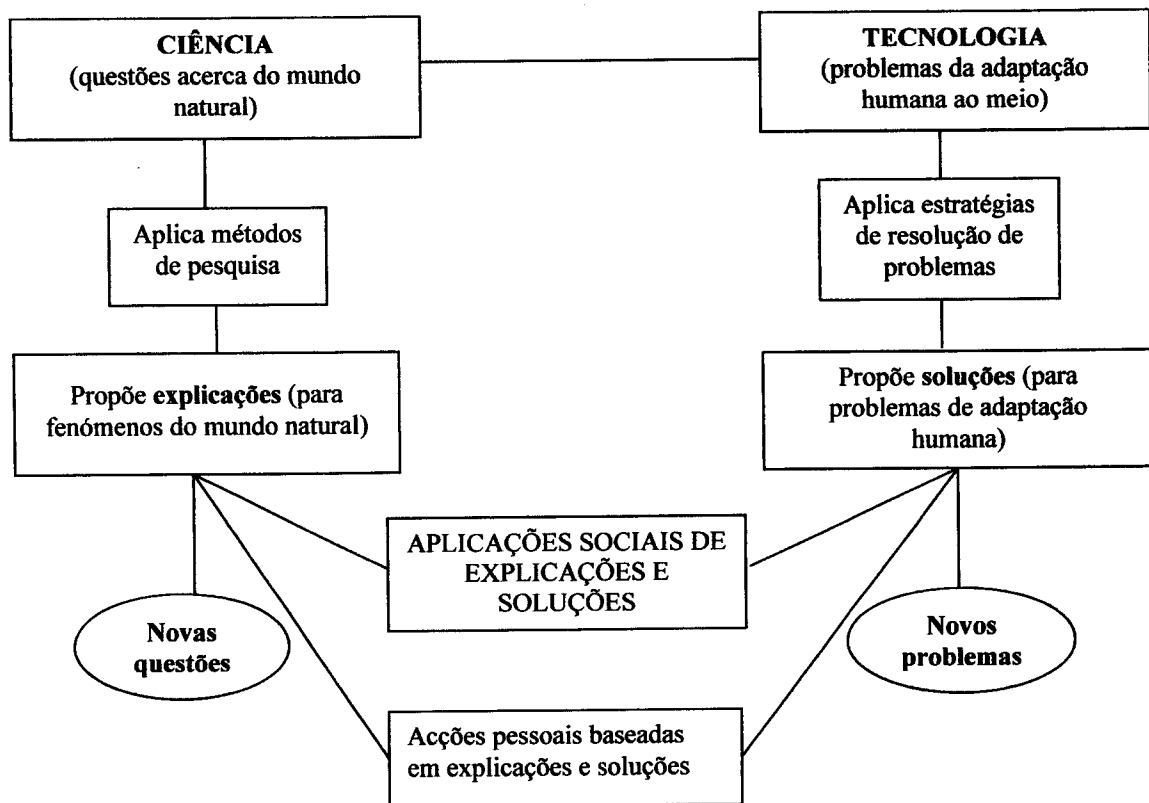


Figura 5. Duas estratégias para abordar temas CTSA.
(Fonte: Adaptado de Campbell *et al.*, 1994)

Em suma, a abordagem CTSA contribui para uma melhor cidadania, na medida em que promove nos jovens conhecimentos e competências que lhes permitam desenvolver, individual e socialmente, atitudes para acompanhar os desenvolvimentos científico e tecnológico, para tomar decisões e para resolver problemas no dia-a-dia. O desenvolvimento destas competências exige uma compreensão da ciência e da tecnologia, das relações entre si, das suas implicações na sociedade e no ambiente e, ainda, do modo como os

acontecimentos sociais se reflectem nos próprios objectos de estudo da ciência e da tecnologia.

Apesar do reconhecimento da importância desta abordagem no ensino das ciências, verifica-se uma fraca adesão por parte dos professores. Na literatura são apontadas, como causas, a falta de formação adequada em metodologias CTSA, o baixo nível de cultura científica dos professores e, por último, mas não menos importante, a escassez de actividades com abordagens CTSA nos materiais curriculares, inclusive nos manuais escolares.

1.4 – As Experiências Educativas

As teorias da aprendizagem de cariz sócio-construtivista, amplamente aceites no campo da Didáctica das Ciências, vieram pôr em causa um ensino das ciências, confinado ao conhecimento de factos e suas interpretações mais ou menos aprofundadas, conforme o nível escolar. O actual paradigma do ensino das ciências inclui três dimensões, é científico, tecnológico e social. É um paradigma que se opõe à fragmentação das ciências e à ausência de uma visão social na abordagem dos conteúdos científicos e tecnológicos, em que as dúvidas, os problemas e as incertezas são os princípios pedagógicos sobre os quais se constrói o conhecimento.

Hoje o objectivo das ciências é formar cidadãos e, para o exercício da cidadania, exige-se competências em literacia, nomeadamente em literacia científica, que não se adquirem em aulas que seguem modelos de ensino transmissivos. Os baixos níveis de literacia científica, indicadores do uso limitado dos conhecimentos científicos e tecnológicos na resolução de situações do quotidiano, exigem competências que permitam a transferência desses conhecimentos para situações reais. O desenvolvimento destas competências requer a mobilização de experiências educativas que permitam construir estratégias de autoformação; que ajudem o aluno a utilizar, de forma consciente, produtiva e racional, o seu potencial de pensamento; e que permitam torná-lo consciente das estratégias a que recorre para construir (reconstruir) os seus conceitos, atitudes e valores. (Santos, 1994b). Recorde-se, a propósito,

que numa visão pós-moderna das ciências, todo o conhecimento é considerado auto-conhecimento (Santos, 2002).

Se o grande objectivo da educação em ciência é formar cidadãos cientificamente literados, num quadro de condição indispensável de cidadania, de participação cívica e de condição fundamental de desenvolvimento económico, cultural e de vivência democrática, então é forçoso repensar as estratégias de ensino e, conseqüentemente, as experiências educativas. Os inúmeros estudos desenvolvidos no âmbito da psicologia e epistemologia, nas últimas décadas, deram origem a novas propostas metodológicas para o ensino/aprendizagem das ciências, algumas com enorme aceitação na comunidade educativa. A AAAS (1993) privilegia o envolvimento activo dos alunos, na construção e aplicação de conhecimentos científicos; a resolução de problemas, como meio e como objectivo de ensino; o recurso às novas tecnologias de informação e comunicação, como instrumento para aprender e para fazer ciência; a comunicação escrita e oral; e a avaliação, como parte integrante da aprendizagem.

Os projectos curriculares, actualmente em vigor no nosso país, são reveladores destas novas tendências. Referem o uso de experiências educativas activas, significativas, diversificadas, integradoras e socializadoras, com um importante potencial formativo no desenvolvimento de competências em literacia científica. São aprendizagens activas, na medida em que o aluno tem um papel activo na construção do conhecimento, ou seja, na aprendizagem; aprendizagens significativas, no sentido de permitirem a integração não arbitrária do novo conhecimento, na estrutura conceptual do aluno; aprendizagens diversificadas, porque procuram o desenvolvimento integral do aluno e, portanto, têm de abranger diferentes domínios (conceptual, processual e atitudinal); aprendizagens integradoras, na medida em que devem promover uma visão holística do conhecimento, permitindo a compreensão da realidade no seu todo, nas suas dimensões científica, técnica, social, política e económica; e, por fim aprendizagens socializadoras, porque visam a integração do indivíduo na sociedade.

Uma das fontes de riqueza inovadora dos novos projectos curriculares está na natureza e diversidade de experiências educativas propostas. Tendo em vista o desenvolvimento de competências em literacia científica, as Orientações Curriculares para a

área de Ciências Físicas e Naturais (ME-DEB, 2001b) sugerem as seguintes experiências de aprendizagem:

1. Saídas de campo para observação do meio envolvente;
2. Construção de um *portfólio* para registo de todas as etapas, da recolha à classificação de material;
3. Planificar e desenvolver pesquisas – situações de resolução de problemas;
4. Concepção/execução de projectos;
5. Planificação/realização de actividades experimentais;
6. Análise crítica de notícias;
7. Realização de debates;
8. Comunicação de informação e de ideias;
9. Realização de trabalho cooperativo.

As experiências educativas devem ser fortemente ancoradas no paradigma construtivista e fundamentadas na compreensão da ciência e num enquadramento teórico de como os alunos constroem o conhecimento. Por conseguinte, estas experiências apontam para uma multiplicidade de actividades, centradas em questões relevantes para os alunos (porque partem de contextos familiares), que respeitem os seus conhecimentos, valores, atitudes e experiências pessoais; que promovam o trabalho colaborativo; que envolvam os alunos em actividades de resolução de problemas, fundamentadas na pesquisa e na investigação e apoiadas na humanização da ciência e tecnologia, evidenciando valores de natureza pessoal, social e ambiental; que permitam a transferência dos saberes, para contextos reais; e que contribuam para o desenvolvimento da reflexão, do pensamento crítico e da autonomia.

Porque “uma educação científica efectiva é, de certo modo, semelhante à aprendizagem da própria investigação científica” (Gago, 1990, p. 117), de entre as várias experiências educativas propostas, considerámos três: as actividades de pesquisa, a resolução de problemas e as actividades experimentais, por serem muito abrangentes, incluindo uma grande diversidade de metodologias e estratégias comuns à investigação científica. Além disso, são também adequadas para alcançar os objectivos dos novos currículos do ensino básico, nomeadamente no que respeita à consecução das competências gerais formuladas

para este nível de ensino e das competências específicas estabelecidas para a Área das Ciências Físicas e Naturais.

No quadro seguinte, apresentamos os atributos comuns às três experiências educativas que irão ser alvo de análise e caracterização didáctico-pedagógica.

Quadro 16

Atributos Comuns das Actividades de Pesquisa, Resolução de Problemas e Actividades Experimentais

FINALIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de conceitos, competências, atitudes e valores, tendo em vista o desenvolvimento da literacia científica
DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA	<ul style="list-style-type: none"> • Visão externalista e racionalista contemporânea da ciência • Perspectiva holística da ciência • Ênfase na interdisciplinaridade e transdisciplinaridade • Valorização da história e epistemologia da ciência • Contextualização no quotidiano
NATUREZA DA APRENDIZAGEM	<ul style="list-style-type: none"> • Baseia-se na acção do sujeito • Assenta em perspectivas sócio-construtivistas • Reconhece o papel do “erro” na construção do conhecimento

No entanto, não podemos deixar de salientar que esta sistematização apenas serve para facilitar a organização e caracterização didáctico-pedagógica de cada tipo de experiência educativa, pois na prática elas estão inter-relacionadas. Como sublinha Cachapuz (1995a), o importante é orientar o ensino das ciências, numa perspectiva de trabalho científico que permita colocar os alunos perante situações diversas, encorajando-os a levantar questões, planear experiências simples visando testar hipóteses, fazer previsões, observar semelhanças e diferenças, usar uma pluralidade de métodos, comunicar as suas ideias e a avaliar os resultados a que chegaram, em função dos pontos de partida. Estas experiências educativas enquadram-se no conceito de “actividades práticas” pois requerem a utilização de diferentes procedimentos.

No fundo, o que se sugere é a criação de um modelo de ensino que integre simultaneamente o conhecimento conceptual e os processos científicos, colocando ênfase nas temáticas CTSA, para assim situar a ciência no seu contexto, contribuindo não só para

uma maior qualidade educativa, mas também para melhorar as competências científicas e as atitudes em relação à ciência.

1.4.1 – Actividades de pesquisa

Os documentos nacionais e internacionais⁹² que sustentam as actuais reformas do ensino das ciências apontam para um ensino de tipo investigativo, onde se incluem as actividades de pesquisa. Porém, alguns estudos relatam que este tipo de actividades raramente acontece nas aulas de ciências e que os professores mostram resistência à sua implementação, privilegiando práticas centradas na memorização e reprodução de conhecimentos.

A compreensão significativa de conceitos exige uma actividade próxima da investigação científica, que integre os aspectos conceptuais, procedimentais e axiológicos (Solbes *et al.*, 2001). Através das actividades de pesquisa, os alunos constroem o conhecimento utilizando processos dedutivos e indutivos e mobilizando diferentes conteúdos processuais, relacionados com a actividade científica: observação, descrição de fenómenos, recolha e interpretação de dados, aplicação de técnicas, manipulação de materiais e objectos, previsão, planificação de investigações, controlo de variáveis, formulação de hipóteses, construção de base de dados, registo de observações/dados, análise de resultados e elaboração de relatórios. Na verdade, todos estes processos são exercícios cognitivos que estimulam a manipulação de ideias, como meio de construir conhecimento.

Neste quadro, Cachapuz e colaboradores, com base na sua perspectiva de “Ensino por Pesquisa”, desenvolveram uma abordagem em que consideram três momentos, organizados em ciclos de ensino/aprendizagem, de modo a permitirem retrocessos, em caso de necessidade. Os momentos considerados são: a problematização, as metodologias de trabalho e a avaliação terminal (Cachapuz, 2000).

A problematização é o momento-chave de que resultam as questões-problema. Nele se incluem três pólos, vértices de um triângulo de tensões, que estão em interacção

⁹² Currículo Nacional do Ensino Básico, AASS, NRC.

permanente: a) o pólo do currículo que deve ser dado a conhecer aos alunos, para que eles possam definir quadros de referência para as suas aprendizagens; b) o pólo dos saberes pessoais, académicos, culturais e sociais dos alunos, que têm, necessariamente, de ser valorizados; c) o pólo das situações problemáticas no âmbito CTSA, que constitui o ponto de partida para o percurso investigativo. O equacionamento, pelo professor e alunos, dos três pólos referidos, propicia a formulação de questões-problema, para posterior desenvolvimento do ensino/aprendizagem. O papel do professor consiste em ajudar os alunos a formular boas questões, geradoras de acção.

No segundo momento, desenvolvem-se as metodologias de trabalho que podem seguir diferentes percursos, mais polarizadas no professor ou nos alunos e que se consubstanciam através de diferentes actividades (planeamento, desenvolvimento, avaliação e comunicação), mobilizando recursos também diversos. O professor tem um papel fundamental na clarificação dos objectivos que se pretendem atingir, na fundamentação de argumentos, na precisão de conceitos, na incrementação da reflexão crítica sobre as acções empreendidas, na explicitação de atitudes e valores, na integração de saberes dispersos e na facilitação do acesso a fontes diversificadas de informação e a modos diferentes de apresentar o conhecimento. Todo o processo de pesquisa deve ser regulado por avaliação de carácter formativo que ajude o aluno a perceber o que faz e porquê, no sentido de promover as competências metacognitivas.

O último momento da actividade de pesquisa é destinado à avaliação, defende-se uma avaliação de tipo indagativo e criterial. Procura-se aferir se foi ou não encontrada a resposta adequada à questão-problema, o modo como decorreu o processo e se foram ou não alcançadas as finalidades e os objectivos perseguidos. Trata-se de uma avaliação com duas vertentes: uma, relativa aos “produtos” (mudanças, ao nível de conceitos, capacidades, atitudes e valores, ocorridas em função das aprendizagens realizadas); e outra, relativa aos “processos” (modo como se desenvolveu o percurso de ensino/aprendizagem e como se ultrapassaram dificuldades), tendo como referencial as finalidades educacionais definidas.

As actividades de pesquisa, enquanto abordagens investigativas, fazem jus ao pluralismo metodológico. Podem incluir actividades experimentais, saídas de campo, leituras (com procura, selecção e organização de informações), debates (sobre resultados alcançados, sobre questões controversas...) e comunicação das aprendizagens e dos percursos realizados.

Também podem ser utilizadas na resolução de problemas. De facto, estas “constituem na actualidade o principal ‘processo de aprendizagem’ da humanidade mediante o qual a espécie humana procura e encontra soluções para os problemas que emergem na sua trajectória evolutiva” (Izquierdo, 2001, p. 383). Estas actividades constituem, ainda, contextos privilegiados para a abordagem da história e da epistemologia da ciência, quer se trate de pesquisas preparadas em torno de investigações alheias, quer se trate de investigação que os alunos têm em curso.

Apesar do aluno estar no centro do processo de pesquisa, o professor é essencial para garantir a construção de significados e a aprendizagem. Neste sentido, deve organizar as actividades de aprendizagem, de modo a encontrar, ao longo da investigação, as situações e os contextos adequados para introduzir questões, para ajudar e apoiar os processos de pensamento dos alunos, para focar a discussão em torno de decisões tomadas e possíveis alternativas, para fornecer “feed-back” e para promover a reflexão.

1.4.2 – Resolução de problemas

Para Martins e Veiga (1999), a organização do currículo com base na resolução de problemas é “uma das vias hoje considerada como mais promissora ... e potencialmente mais frutífera em termos de reais aprendizagens” (p. 46). No mundo actual em que a emergência de problemas científicos e tecnológicos, geradores de tensões sociais, são uma constante, é necessário preparar cidadãos capazes de resolver problemas do dia-a-dia. Reconhecer a existência de problemas sociais, políticos e ambientais e participar na resolução dos mesmos são os desafios que se colocam às sociedades modernas. Os novos currículos procuram dar resposta a estes desafios, por isso apontam para uma organização curricular centrada em problemas e em temas e questões que emergem do contexto da vida pessoal e social dos alunos, em que ciência, tecnologia, sociedade e ambiente assumem uma perspectiva sistémica de complexidade.

A resolução de problemas ocupa um lugar de destaque na educação científica, justificado por teses e argumentos de diversos especialistas. Para Cachapuz (2000), os

objectos de estudo devem ser problemas abertos em que os alunos se devem envolver, pesquisando informação, estabelecendo relações inter e transdisciplinares e desenvolvendo competências, atitudes e valores relevantes do ponto de vista pessoal e social. Jaén García e Pro Bueno (2001) sustêm que as situações-problema podem proporcionar ao aluno a possibilidade de explicar e defender as suas ideias, de pesquisar sobre as coisas, de aprender procedimentos, de questionar as suas próprias ideias e de desenvolver atitudes, dentro de um determinado contexto ideológico, proporcionando uma aprendizagem que perdura no tempo. Na opinião de Watts (199) e Lopes e Costa (1996), a resolução de problemas surge como uma actividade potenciadora do espírito investigativo, da abertura de espírito, da capacidade de reflexão e da criatividade na busca dos meios e soluções.

Na verdade, a resolução de problemas possui um enorme potencial didáctico, constitui uma estratégia que promove o desenvolvimento e aprendizagem de procedimentos, destrezas e atitudes científicas (Pozo, Postigo e Gómez Crespo, 1995); que estimula a metacognição⁹³, na medida em que proporciona aos alunos oportunidades de pensar e de se questionar sobre os processos cognitivos que põem em jogo, quando aprendem, e sobre as causas das dificuldades, quando não aprendem (Cruz, 1989, citado em Martins e Veiga, 1999); que permite a reflexão sobre os processos da ciência e da tecnologia, facilitando a exploração das interações CTSA (Martins, 2002a); e que eleva o nível de abstracção, na medida em que implica conceptualização (Jorge, 1991).

Deste modo, a resolução de problemas pode contribuir para o desenvolvimento de competências específicas, sobretudo nos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e da comunicação e para o desenvolvimento de competências gerais, tais como: a tomada de decisões; a mobilização de diferentes saberes para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano; a pesquisa, selecção e organização da informação; e a autonomia, criatividade e cooperação.

As potencialidades didácticas dos problemas dependem da natureza do problema e estão relacionadas com os fins que se pretendem alcançar. Mendonça (1999, citado em Guerreiro e Rebelo de Sousa, 1999) considera três perspectivas diferentes para encarar a resolução de problemas, enquanto metodologia de ensino: a) como um objectivo, onde se

⁹³ Termo introduzido por Flavell, no início da década de 1970, que designa a capacidade de cada um conhecer os seus próprios modos de pensar, de tomar consciência da capacidade de gerir e de controlar as suas actividades cognitivas. Refere-se ao controlo consciente dos processos cognitivos, para além do conhecimento dos mesmos.

ensina a resolver problemas; b) como um processo, onde se desenvolve o potencial heurístico dos alunos; c) como ponto de partida, onde os problemas são entendidos como recurso pedagógico, apresentados no início do processo de aprendizagem, com a intenção de serem motores da construção de conhecimentos.

Reconhecendo que os problemas podem apresentar fins educativos distintos, Caballer e Oñorbe (1997) estabeleceram a distinção entre “problemas-questões” que dizem respeito à aplicação da teoria; “problemas-exercício” para aprendizagem de técnicas de resolução já estabelecidas que permitem chegar ao resultado correcto e “problemas-investigação”, onde se incluem as actividades experimentais, de grande utilidade na aprendizagem de procedimentos e atitudes científicas (citados em Martínez Losada, Garcia Barros, Mondelo Alonso e Vega Marcote, 1999).

Perales Palácios (1993) sugere a classificação dos problemas a partir da natureza dos problemas, com base em três critérios: a) o campo de conhecimento aplicado; b) o tipo de tarefa requerida; c) a natureza do enunciado e as características do processo de resolução (Quadro 17).

Quadro 17
Critérios de Classificação dos Problemas

CRITÉRIOS	NATUREZA DO PROBLEMA
Campo de conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas quotidianos • Problemas académicos
Tipo de tarefa	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas quantitativos (exigem cálculos numéricos, em função dos dados iniciais de partida) • Problemas qualitativos (centrados na interpretação científica de fenómenos reais)
Natureza do enunciado e processo de resolução	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas fechados (contém toda a informação necessária e são resolvidos através da utilização de algoritmos) • Problemas abertos (envolve pensamento produtivo para o desenho de estratégias de resolução)

Com base em critérios semelhantes, Watts (1991) admite a existência de dois níveis de problemas: *Problem-solving 1* e *Problem-solving 2*. Os primeiros estão relacionados com questões académicas e com enunciados bem definidos e a sua resolução baseia-se em processos apenas intelectuais: Os segundos possuem um carácter mais genérico; são geralmente qualitativos e estão próximos da vida real; podem requerer prática experimental; e têm, como objectivo fundamental, o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas, implicando os domínios cognitivo, procedimental e afectivo.

Estas classificações dos problemas têm subjacente uma questão semântica que importa esclarecer. Referimo-nos à clarificação dos conceitos “resolução de problemas” (*problem-solving*) e “resolução de exercícios” (*exercise-solving*). De um modo geral, a fronteira entre os conceitos de “problema” e “exercício” não está bem definida, o que explica que muitos professores designem por resolução de problemas, situações que na realidade correspondem a resolução de exercícios. No sentido de clarificar o significado que “exercício” e “problema” assumem no contexto da Didáctica das Ciências, Gouveia *et al.* (1995, citado em Martins e Veiga, 1999) estabeleceram as principais diferenças entre estes dois conceitos (Quadro 18).

Quadro 18

Diferenças entre os Conceitos de Exercício e Problema

EXERCÍCIO	PROBLEMA
<ul style="list-style-type: none"> • dados explícitos e em número necessário e suficiente • resolução única • solução única • obstáculo reduzido • aluno-sujeito passivo da aprendizagem • pode ser resolvido mediante a recordação, reprodução ou a aplicação de algum algoritmo 	<ul style="list-style-type: none"> • dados não explícitos (implícitos na descrição da situação) • vários caminhos para a resolução • várias soluções possíveis • grande obstáculo • aluno-sujeito activo da aprendizagem • envolve capacidades cognitivas, metacognitivas, afectivas e psicomotoras

Fonte: Martins e Veiga, 1999.

De acordo com estas características, o exercício pode comparar-se ao enunciado “fechado” de um problema que requer apenas mobilização de conhecimentos anteriormente adquiridos, cuja resolução ocorre de forma mecânica e operativa. O problema define-se por

enunciados “abertos” que permitem que os alunos desenvolvam processos de resolução mais ricos e complexos que os enunciados “fechados”, usualmente utilizados nas aulas (Varela Nieto e Martínez Aznar, 1997), constituindo, ainda, um estímulo à actividade criadora. Enquanto que a resolução de exercícios possui um carácter académico limitado à aplicação de algoritmos, a resolução de problemas implica a definição do problema, o estabelecimento de estratégias para encontrar as soluções mais adequadas e a avaliação dos resultados obtidos e do processo implementado (Jorge, 1991).

Contudo, é importante sublinhar que tanto os problemas como os exercícios têm o seu lugar no processo de ensino-aprendizagem, determinado pelas necessidades dos alunos, pela natureza dos conteúdos e pelos objectivos de aprendizagem, entre outros. Em determinado contexto, será mais adequado um problema para aplicação de conceitos; noutra, poderá ser um problema que exija a utilização de diferentes procedimentos. Podendo ser utilizadas estratégias muito diversificadas que vão desde as tarefas de papel e lápis, às actividades de pesquisa, passando pelas actividades experimentais e pelo uso de meios informáticos, ou outros recursos.

Segundo Vázquez Bernal e Jiménez Pérez (1999), a abordagem dos problemas de uma forma coerente com as características do trabalho científico põe em jogo processos da investigação científica real (análise qualitativa, formulação de hipóteses, desenvolvimento de diferentes estratégias e análise de resultados), promovendo nos alunos o desenvolvimento do pensamento produtivo e de competências para abordar e resolver problemas. Trabalhar sobre problemas contribui, ainda, para a compreensão da história e da epistemologia da ciência, oferecendo não só uma perspectiva mais próxima da construção do conhecimento científico, mas também do quotidiano dos alunos. Na medida em que, quer na vida real quer em ciência, os problemas surgem em primeiro lugar, esta perspectiva contraria um ensino tradicional, em que surgem primeiro os conceitos e depois os problemas de aplicação. Nesta perspectiva, estabelece-se um certo isomorfismo entre o modo como os cientistas resolvem os problemas e constroem o conhecimento científico e o modo como os alunos resolvem os problemas e constroem os conhecimentos escolares.

Gott e Duggan (1995, citado em Miguéns, 2002) entendem a actividade científica como uma actividade de resolução de problemas, que envolve processos cognitivos

resultantes da interacção entre a compreensão de procedimentos e a compreensão de conceitos científicos (Figura 6).

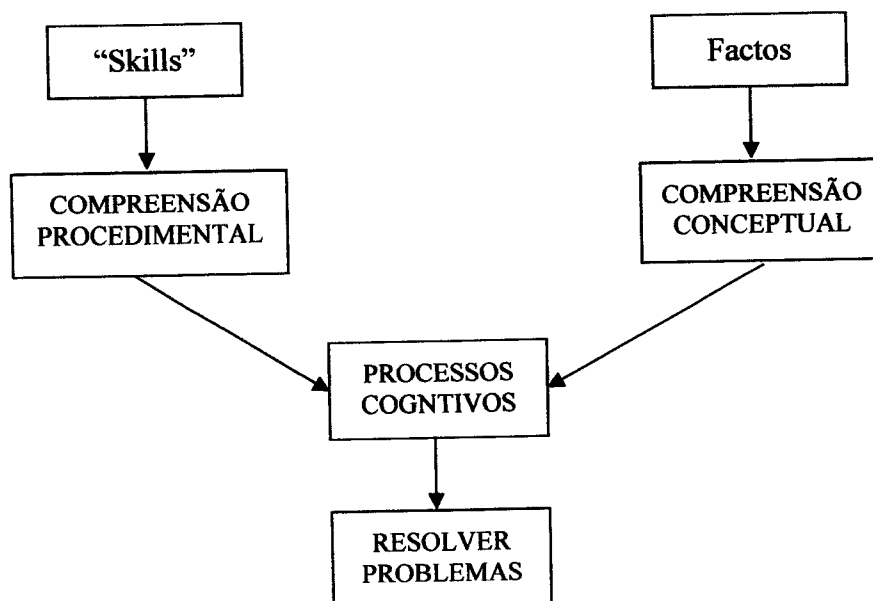


Figura 6. Modelo de resolução de problemas
Fonte: Gott e Duggan, 1995, extraído de Miguéns, 2002.

Segundo Varela Nieto *et al.* (1997), é necessário ensinar de forma específica procedimentos, para que os alunos aprendam a resolver problemas no campo das ciências. Neste sentido, Vázquez Bernal e Jiménez Pérez (1999) estabelecem uma série de procedimentos que devem ser seguidos na resolução de problemas:

1. Considerar qual o interesse do problema;
2. Definir de forma precisa o problema;
3. Formular hipótese fundamentadas;
4. Procurar e explicar possíveis estratégias de resolução;
5. Proceder à resolução do problema, verbalizando ao máximo;
6. Analisar cuidadosamente os resultados, à luz das hipóteses elaboradas;
7. Considerar perspectivas abertas que levistem novos problemas a investigar;
8. Descrever todo o processo seguido na resolução do problema.

Estes autores propõem, ainda, a utilização de um instrumento baseado nestes procedimentos, com o qual é possível avaliar eficazmente os conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais que os alunos põem em jogo na resolução de problemas.

Assumindo que a resolução de problemas por investigação promove a mudança conceptual, metodológica e atitudinal, Varela Nieto e Martínez Aznar (1997) propõem um modelo de resolução de problemas com efeitos, em termos de mudança conceptual e de aprendizagem, muito satisfatórios (Figura 7).

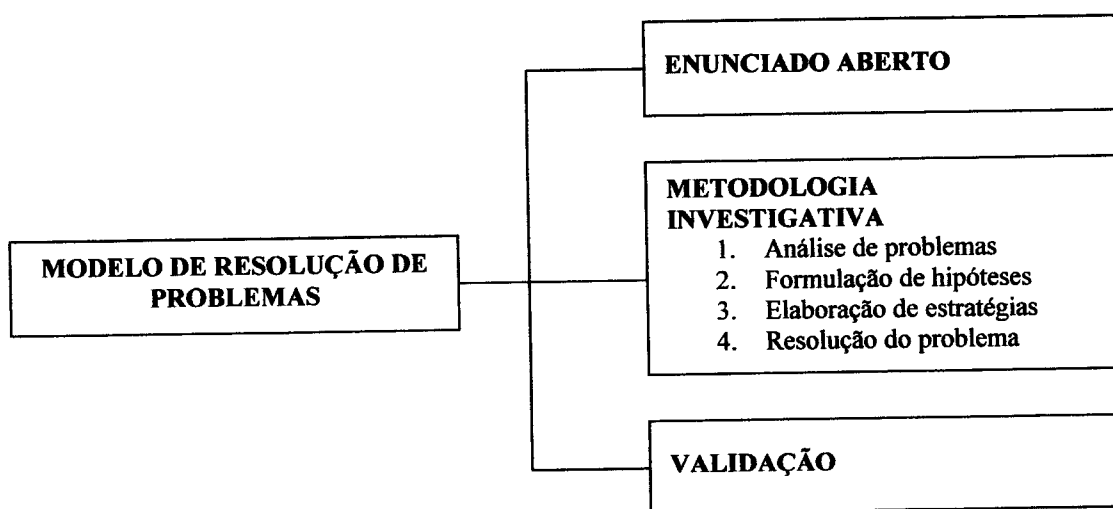


Figura 7. Modelo de resolução de problemas.
Fonte: Varela Nieto e Martínez Aznar, 1997.

O interesse deste modelo está, sobretudo, na integração das componentes básicas do modelo de mudança conceptual. A *análise de problemas*, cujo enunciado se apresenta aberto, constitui um momento chave para a consciencialização não só do problema, mas também das concepções a respeito do problema. A *formulação de hipóteses* implica a explicitação das ideias e das variáveis que vão influenciar, assim como a natureza desta influência. Por fim, a *análise de resultados* favorece a criação de conflitos cognitivos, ao evidenciar discrepâncias entre as hipóteses e os resultados obtidos, ou entre estes e as concepções iniciais. No sentido de resolver o conflito, torna-se necessário fazer uma revisão crítica do processo, envolvendo estratégias de metacognição (verbalização do processo, confronto de opiniões...) também fundamentais no processo de mudança conceptual.

Segundo os autores, este modelo familiariza os alunos com aspectos essenciais do conhecimento científico, promove o desenvolvimento de estratégias de meta-aprendizagem e favorece uma atitude positiva face à resolução de problemas, no contexto da aprendizagem das ciências.

A metodologia baseada na resolução de problemas envolve mudanças nos papéis do professor e do aluno. Este assume verdadeiramente o papel de construtor do seu próprio conhecimento, manifestando autonomia e auto-regulação da sua aprendizagem. O papel do professor consiste em apresentar situações problemáticas que permitam a formulação de questões investigáveis, confrontando os alunos com situações sobre as quais têm de reflectir, analisar criticamente e tomar decisões, para que a construção do conhecimento corresponda a um desenvolvimento pessoal e efectivo, em direcção a um pensamento livre e a uma acção autónoma. Nuns casos, serão os alunos a formular os problemas que consideram relevantes dentro da situação apresentada; noutros, poderão ser os professores a propor situações problemáticas.

Para implementar a resolução de problemas nas suas aulas, os professores têm de saber equacionar situações problemáticas, articulando os conteúdos curriculares com o quotidiano dos alunos, em experiências de aprendizagem significativas. Com efeito, “as questões levantadas na sala de aula, podem constituir problemas, servindo de motor à elaboração de hipóteses e ao nascimento de pequenos projectos, participados pelos alunos, desde o seu planeamento à consecução e à avaliação” (Jorge, 1991, p. 38). Face à complexidade dos procedimentos envolvidos, é indispensável que os professores dêem aos alunos tempo para pensar sobre o problema, para reformular o problema, para planear, para interpretar os resultados e para avaliar (Rod Watson, 1994, citado em Miguéns, 2002).

Apesar da ênfase que, desde a década de 1980, a Didáctica das Ciências tem dado à resolução de problemas e de ser referenciada em diversos currículos e programas, como metodologia essencial no ensino das ciências, o seu efeito nas práticas de ensino não é significativo (Martínez Losada *et al.*, 1999). A investigação tem demonstrado que os professores de ciências, nas suas aulas, continuam a privilegiar os problemas de natureza académica, com enunciados fechados e que exigem resolução quantitativa, utilizando frequentemente as actividades propostas nos manuais escolares. Este tipo de problemas

permite alcançar alguns objectivos concretos, ao nível dos conteúdos científicos, mas são insuficientes para desenvolver as competências propostas nos currículos actuais de ciências.

Jaén García e Pro Bueno (2001) justificam o uso pouco generalizado da resolução de problemas, enquanto metodologia de ensino, com a falta de formação dos professores, a ausência de conhecimentos relacionados com determinados assuntos (problemas) emergentes da sociedade, a escassez de materiais que possam servir de referência (nos manuais escolares surgem exercícios e não problemas) e a necessidade de cumprir o programa.

Com base na experiência quotidiana, temos constatado que, de um modo geral, os professores revelam enormes dificuldades em identificar situações-problema do quotidiano, enquadráveis nos currículos de ciências, e manifestam as mesmas dificuldades em gerir os conhecimentos científicos necessários para a interpretação e resolução destas situações-problema. Esta constatação leva à necessidade de repensar a formação inicial de professores, no sentido de fornecer aos futuros professores linhas orientadoras e instrumentos de trabalho que ajudem a ultrapassar a forma tradicional de abordar os problemas, levando-os a adquirir uma nova visão dos problemas, tanto quanto ao conteúdo, como à sua natureza e aos procedimentos necessários para a sua resolução. A capacidade de criar situações-problema e o desenvolvimento de estratégias para a sua resolução requer professores com capacidade reflexiva, integradora e inovadora. Por conseguinte, a reflexão sobre o interesse educativo, vantagens e limitações de diferentes tipos de problemas constitui uma das formas de desenvolver nos professores as competências necessárias para a utilização eficaz da metodologia de resolução de problemas.

1.4.3 – Actividades experimentais

As actividades experimentais devem ser entendidas como experiências científicas e, à semelhança das outras estratégias educativas referidas neste trabalho, constituem uma modalidade de actividade prática que se distingue das demais pela manipulação e controlo de

variáveis, podendo ser realizadas no laboratório, no campo ou na sala de aula, em contexto real ou em contexto virtual⁹⁴.

A importância deste tipo de actividades no ensino/aprendizagem das ciências tem sido destacada por diversos autores (Harlen, 1989; Valente, 1992; Reid e Hodson, 1993; Cachapuz, 1995a; Praia, 1995; Bonito, 2001; Fonseca, 1996; Carmen, 2000; Miguéns, 2002). As actividades experimentais constituem, actualmente, uma importante linha de investigação na Didáctica das Ciências, com grande desenvolvimento nos países ocidentais, inclusive em Portugal, onde foram divulgados, recentemente, alguns estudos sobre a natureza e o papel das actividades experimentais no ensino das ciências (Oliveira, 1999; Praia, 1999; Trindade e Bonito, 1999; Bonito, 2001; Mestre, 2002).

Os argumentos que justificam a importância das actividades experimentais são vários: a) podem constituir uma importante fonte de motivação dos alunos; b) permitem atingir uma diversidade de objectivos, a aprendizagem de conhecimento conceptual, a aprendizagem de técnicas e *skills* laboratoriais, a aprendizagem da metodologia científica; c) promovem o desenvolvimento de atitudes científicas, mas também de competências gerais, tais como a tomada de decisões, a resolução de problemas, a autonomia e cooperação com os outros; d) são fundamentais para a compreensão de como se constrói o conhecimento científico. Na opinião de Leite (2003), as actividades experimentais podem, ainda, dar uma contribuição particular na formação para a cidadania, na medida em que oferecem um contexto ímpar para o aluno aprender a lidar com as evidências, aspecto que é fundamental para qualquer intervenção social esclarecida (Leite, 2003).

Com as reformas do ensino das ciências, na década de 1960, as actividades experimentais passaram a ser presença obrigatória dos currículos de ciências. Desde então, a ênfase, as modalidades e os objectivos que lhes estão subjacentes têm evoluído, acompanhando o desenvolvimento dos paradigmas da educação científica, nomeadamente o da APT (Aprendizagem por Transmissão), da APD (Aprendizagem por Descoberta) e da AMC (Aprendizagem por Mudança Conceptual).

⁹⁴ As actividades de simulação em computador e os vídeos interactivos podem substituir algumas das fases das actividades experimentais, que sejam inacessíveis, excessivamente rotineiras ou demoradas (por exemplo, a simulação em computador é útil, quando se estudam variações fenotípicas ao longo de gerações). Na opinião de Bonito (2001), com este tipo de actividades, os resultados, em termos de desenvolvimento conceptual, podem revelar-se superiores aos das actividades mais convencionais, porque “permite aos alunos a exploração da sua compreensão teórica e a realização, de forma segura e relativamente rápida, das investigações que consideram relevantes para esse conhecimento” (p.136).

À luz das actuais tendências da educação em ciência, as actividades experimentais enquadram-se numa nova lógica, finalidade e atitude. Já não se trata de evidenciar resultados óbvios, nem só processos científicos e muito menos o cumprimento do currículo. Trata-se, antes, de ajudar o aluno a compreender os percursos da construção e da organização científica actual, mostrando “que a voz da Ciência é uma entre as diversas vozes da sociedade” (Cachapuz, 2000, p. 57).

No Currículo Nacional do Ensino Básico, actualmente em vigor no nosso país, as actividades experimentais constituem uma das experiências de aprendizagem privilegiadas. Neste documento pode ler-se que os alunos devem:

realizar actividade experimental e ter oportunidade de usar diferentes instrumentos de observação e medida. ... A actividade experimental deve ser planeada com os alunos, decorrendo de problemas que se pretendem investigar e não constituem a simples aplicação de um receituário ... deve haver lugar a formulação de hipóteses e previsão de resultados, observação e explicação. (ME-DEB, 2001a, pp. 131-132)

Numa perspectiva actual, de acordo com Praia (1995), a actividade experimental deve assentar em três pressupostos básicos: a) deve ser um meio para explorar as ideias dos alunos e desenvolver a sua compreensão conceptual; b) deve ser sustentada por uma base teórica prévia, informadora e orientadora da análise dos resultados; c) deve ser delineada pelos alunos, para lhes permitir um maior controlo sobre a sua aprendizagem.

Nesta perspectiva, a ruptura epistemológica é evidente, enquanto que, na perspectiva empirista, a experimentação caracteriza-se como uma actividade de manipulação de variáveis, que permite deduzir leis ou teorias, que valoriza a confirmação positiva do já previsto e obtido a partir dos dados observacionais e em que os resultados das experiências surgem como esperados e mesmo óbvios. Na perspectiva construtivista, a experimentação é guiada pela hipótese que funciona como tentativa de rectificação e questionamento, conduzindo a uma relação dialéctica entre hipóteses, teoria e experimentação. A teoria não surge no fim, mas no princípio, fornecendo o enquadramento teórico que orienta e questiona a actividade experimental e os resultados não são cópias do real mas antes, elementos possíveis de construção de modelos interpretativos. Por conseguinte, não se trata de um processo manipulativo, mas de um processo criativo de reflexão sistemática.

As actividades experimentais podem ser entendidas de diferentes modos, apresentando formas de estruturação muito diversas que se distinguem pela natureza dos objectivos, pelas capacidades que põem em jogo e pelos papéis didácticos do professor e dos alunos. Podem ir desde uma intervenção centrada no professor, estruturada e organizada por si, até uma intervenção centrada nos alunos que possibilita a investigação (pesquisa) aberta.

Bonito (2001), com base em trabalhos de diversos autores, apresenta uma classificação das actividades experimentais⁹⁵ em cinco categorias que, a seguir, se explicitam.

1 - Actividades experimentais para desenvolver *skills*.

São utilizadas para que os alunos desenvolvam e pratiquem *skills* psicomotores, até atingirem um estágio elevado de desempenho. O professor controla as actividades e dá indicações sobre os procedimentos e técnicas a seguir e sobre a utilização correcta de equipamentos e materiais.

2 - Actividades experimentais ilustrativas ou de comprovação.

As características subjacentes nestas actividades permitem enquadrá-las no paradigma da APT. Servem para verificar ou comprovar um determinado conceito ou princípio previamente estudado, ou repetir uma determinada experiência já realizada por outrem. Alguns autores consideram que estas experiências não têm necessariamente de comprovar ou descobrir uma lei, mas servem para permitir a sua “visualização”, criando uma ponte entre factos concretos (resultantes da actividade experimental) e conceitos abstractos (resultantes da exposição teórica feita pelo professor). Neste tipo de actividade, os alunos só têm de seguir um protocolo ou guião que contém o problema, o material necessário, os procedimentos e ainda os dados que terão de obter, conhecendo à partida os possíveis resultados que irão alcançar.

3 - Actividades experimentais de investigação.

Têm os seus pressupostos no paradigma da APD, tratando-se de uma modalidade de (re)descoberta dirigida, na medida em que são criadas condições, para que os alunos cheguem a resultados que desconhecem. A partir de informações fornecidas pelo professor ou de leituras sugeridas por si, os alunos são confrontados com um problema, cuja solução requer a

⁹⁵ O autor utiliza a designação de “actividades práticas de laboratório”.

mobilização de alguns procedimentos da ciência: montagem de um aparato experimental, realização de actividade experimental, observação dos fenómenos que ocorrem, registo dos dados observados, representação gráfica ou simples estudo comparativo dos dados obtidos e generalização ou inferência de um princípio científico. A ausência de teorização prévia do assunto a estudar pode gerar a desmotivação e dificultar o alcance das metas pretendidas, para além de contribuir também para uma imagem redutora da construção do conhecimento científico.

4 - Actividades experimentais de resolução orientada de problemas.

Constituem uma modalidade de investigação independente, sob orientação do professor que assume o papel de conselheiro, orientador e facilitador. O ponto de partida são problemas com significado para os alunos, colocados pelo professor ou por estes. Este tipo de actividade experimental requer a utilização de diferentes procedimentos científicos (colheita de dados, medição, identificação e controlo de variáveis e construção do conceito ou princípio científico), contribuindo para que os alunos aprendam a fazer ciência. No entanto, exige empenho, algum treino prévio e conhecimentos, pois facilmente podem provocar o desinteresse dos alunos, quando confrontados com diferentes hipóteses de trabalho.

5 - Actividades experimentais de resolução autónoma de problemas.

Estas actividades distinguem-se das anteriores, pelo facto do professor ter um papel muito menos participante, pois é essencialmente observador e só intervém, quando solicitado explicitamente. São os alunos que formulam o problema, determinam os métodos de recolha de dados, interpretam-nos e tiram as conclusões baseada neles. A realização deste tipo de actividades exige, como pré-requisitos, a familiarização dos alunos com *skills* de metodologia científica e algum domínio do conteúdo que irá ser investigado. Requer, igualmente, a adaptação dos problemas ao nível de desenvolvimento cognitivo e de conhecimento conceptual dos alunos. Estas actividades, devido à sua complexidade e nível de exigência, são alvo de críticas que apontam para o fracasso com alunos pouco motivados ou menos capazes.

Cachapuz (1989) propõe uma classificação das actividades experimentais em três tipos:

1. Actividades de demonstração – realizadas pelo professor, geralmente para ilustrar fenómenos/leis.
2. Actividades de verificação – realizadas por grupos de alunos para verificação de um fenómeno/lei, em que estes utilizam uma ficha de orientação (guião ou protocolo) construído pelo professor. O objectivo é a obtenção de resultados, que se antecipa terem de ser concordantes com informação fornecida previamente.
3. Actividades de exploração – realizadas por grupos de alunos, envolvendo actividades de pesquisa, tais como, levantamento de problemas, planeamento de experiências, execução de experiências e análise e interpretação dos resultados.

A investigação tem demonstrado que a maioria das actividades experimentais desenvolvidas pelos professores nas suas práticas são actividades experimentais centradas na ilustração, verificação ou descoberta de conceitos. Esta perspectiva assume que as observações e os conceitos surgem, como se tivessem sido “dados” ou descobertos por um processo linear e uniforme mediado pela observação rigorosa dos factos. São os factos que dão significado às teorias e a observação rigorosa é a principal etapa do “método científico”. A hipótese insere-se num processo de verificação, não intervindo, de forma interactiva, nas explicações provisórias que os resultados vão sugerindo. Por conseguinte, este tipo de actividades para além de não conduzir a aprendizagens significativas (Barberá e Valdês, 1996), transmite uma visão mecanicista da actividade científica, contribuindo para uma “imagem facilitadora e incorrecta do acesso ao conhecimento dos factos científicos, (reforçando) a visão da Ciência como um conjunto coerente e organizado de conhecimentos que interpretam o mundo em que vivemos” (Martins e Veiga, 1999, p. 39).

O actual paradigma do ensino das ciências privilegia as actividades experimentais de exploração, também designadas de pesquisa ou investigação, segundo o qual as teorias resultam de um procedimento dedutivo, em que a hipótese exerce uma função interactiva, na confrontação entre as teorias, as observações e a experimentação (Martins e Veiga, 1999).

Este tipo de actividades, segundo Almeida (1995, citado em Miguéns, 2002) envolve uma pluralidade de métodos e de explicações em que a criação, a invenção, a incerteza, o erro, a autocrítica, a argumentação e a discussão desempenham um importante e decisivo papel. Através destas actividades, os alunos praticam ciência e aprendem a fazer ciência, ao empregarem métodos e procedimentos científicos para investigar fenómenos, resolver problemas e seguir interesses concretos (Hodson, 1993, citado em Miguéns, 2002). Com efeito, estas actividades permitem aos alunos reconhecer os problemas como seus, planear, seleccionar recursos, recolher dados, aplicar conhecimentos, interpretar, avaliar e comunicar os resultados. Permitem, ainda, partir das suas próprias concepções, reconhecer diferentes pontos de vista, construir novas concepções significativas e funcionais e envolver-se, pessoal e socialmente, na construção de significados.

As actividades experimentais de natureza investigativa, à semelhança da construção da ciência, devem proporcionar um processo de construção do conhecimento, simultaneamente pessoal e social; devem estar enquadradas num determinado contexto; devem ser parte de percursos de pesquisa e não actividades pontuais que surgem do nada; não devem ser um fim em si mesmo, mas um meio para promover a aprendizagem de conteúdos e de processos que lhe estão directamente associados e que a justificam. Por conseguinte, o conhecimento factual e conceptual e as atitudes positivas para com a ciência são produtos dos processos de pensamento científico. Se os alunos conseguirem compreender e utilizar estes processos, então serão capazes de desenvolver a compreensão dos conteúdos científicos que lhes são ensinados (Sequeira, 1997; Trindade, 1996a).

Para que as actividades experimentais investigativas produzam aprendizagens significativas, é necessário ter em consideração alguns princípios: devem partir de situações problemáticas com diferentes graus de abertura, mas sempre adequadas ao nível de desenvolvimento dos alunos; devem ser contextualizadas, favorecendo a reflexão sobre a relevância e interesse das situações propostas, de modo a dar sentido ao seu estudo (Pérez e Castro, 1996); devem atender às concepções prévias que os alunos apresentam, relativamente a termos ou conceitos a estudar; e devem valorizar o papel do erro e da argumentação (Cachapuz, 1995a).

Para além destes aspectos, é importante que as actividades experimentais sejam planeadas e reflectidas, que levem os alunos a pensar sobre o que fazem e a compreender as relações entre teoria e evidência (Cachapuz, 1995a, Miguéns, 2002). Neste processo reflexivo, a elaboração do “relatório” pode constituir um importante instrumento metacognitivo, desde que não corresponda a uma descrição estereotipada de acontecimentos, mas sim a uma descrição livre e pessoal de todo o pensamento, ideias e acção que estiveram envolvidos na actividade, desde a sua concepção até às conclusões (Cachapuz, 1995a). Neste processo, o professor desempenha um papel fundamental como orientador da pesquisa e através da formulação de “questões para a acção” que encorajem os alunos a usar as suas próprias ideias e que conduzam à necessidade de realização de actividades experimentais (Cachapuz, 1995a).

Se, por um lado, as actividades experimentais investigativas apresentam um enorme potencial para o desenvolvimento de competências em literacia científica, por outro, também apresentam algumas limitações que é necessário ter em conta: a) o facto dos resultados não serem conhecidos, à partida, pode bloquear ou mesmo desmotivar os alunos; b) pode exigir conhecimentos prévios que os alunos não possuem. Apesar destas limitações, Mestre (2002), num estudo comparativo das aprendizagens resultantes de actividades experimentais ilustrativas e de actividades experimentais de pesquisa, concluiu que os alunos obtinham resultados mais favoráveis, em termos de conhecimentos, capacidades e atitudes, nas actividades de pesquisa.

Num ensino das ciências de cariz construtivista, as actividades experimentais não devem ter um carácter rotineiro, meramente demonstrativo, ou confirmatório dos princípios e leis da ciência (Jorge, 1991). No entanto, convém sublinhar que a adopção de um paradigma não significa a rejeição de outros. Na verdade, os diversos tipos de actividades experimentais não se devem excluir. Não há actividades experimentais melhores nem piores, todas apresentam vantagens e limitações, contribuindo para o desenvolvimento de diferentes saberes, todos eles úteis no processo de ensino/aprendizagem das ciências. A este propósito, Bonito (2001) refere que há situações em que o uso de demonstrações pode ser recomendada: a) quando os materiais requeridos pela actividade experimental exigem um cuidado especial; b) quando há necessidade de economizar tempo; c) quando há limitações

de material e equipamentos e; d) quando a experiência envolve a possibilidade de algum perigo, ao ser realizada pelos alunos. Por conseguinte, o potencial das actividades experimentais está na diversidade e na capacidade dos professores saberem utilizar eficazmente cada uma delas, consoante o contexto e os objectivos que têm em vista alcançar.

1.5 – A Avaliação

A avaliação e o currículo têm sido frequentemente tratados como dois sistemas separados, tanto ao nível dos documentos oficiais, como ao nível das práticas pedagógicas. No plano das medidas legislativas, as disposições sobre avaliação encontram-se dispersas por um grande número de diplomas, por sua vez desligados daqueles que se referem às orientações curriculares. No plano das práticas pedagógicas, predominam modos e instrumentos de avaliação uniformes que apenas incidem, e de forma limitada, em alguns domínios das aprendizagens (ME, 2001).

No actual enquadramento legal da avaliação no ensino básico (Decreto Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro; Despacho Normativo n.º 30/2001, de 22 de Junho; Decreto Lei n.º 209/2002, de 17 de Outubro), retomaram-se os princípios já expressos no Despacho Normativo n.º 98-A/92, de 20 de Junho, e demais legislação subsequente sobre a mesma matéria, nomeadamente a ênfase no carácter formativo da avaliação, assim como a valorização de uma lógica de ciclo, corrigindo-se os aspectos introduzidos pelo referido despacho, que se revelaram complicados, e potenciando-se os seus aspectos mais positivos. Não se trata, pois, de introduzir qualquer ruptura no domínio da avaliação dos alunos, mas sim de desenvolver e melhorar os aspectos positivos já previstos na legislação.

É importante deixar claro que a concepção de avaliação, no contexto actual, não se prende apenas com a dimensão classificação (muito comum entre os professores e alunos). Trata-se antes de um conjunto organizado de processos que visam o acompanhamento regulador de qualquer aprendizagem pretendida e que incorpora, por isso mesmo, a verificação da sua consecução (Roldão, 2003, p. 41).

Nos documentos que definem a actual reorganização curricular (ME, 2001; ME-DEB, 2001b), considera-se o currículo e a avaliação como componentes integradas de um mesmo sistema. A avaliação envolve interpretação, reflexão, informação e decisão sobre os processos de ensino e aprendizagem, tendo como principal função ajudar a promover ou melhorar a formação dos alunos. Neste sentido, a avaliação é fundamental na aquisição de conhecimentos e no estímulo ao envolvimento dos alunos, no seu processo de aprendizagem. De acordo com estes documentos de política educativa, a perspectiva integrada de currículo e avaliação deve basear-se em três princípios:

1. Os procedimentos de avaliação devem ser consistentes com os objectivos curriculares e as formas de trabalho. Este princípio aponta para a necessidade de recorrer a diversos modos e instrumentos de avaliação, ao longo de cada ano e ciclo, adequadas à diversidade das aprendizagens que se pretendem promover e à natureza de cada uma delas. Pretende-se apreciar a evolução global dos alunos, em referência às aprendizagens e competências essenciais, quer as de natureza transversal, quer as que dizem respeito especificamente às diversas áreas e disciplinas.
2. A avaliação deve ter um carácter essencialmente formativo e positivo. Deve evidenciar os aspectos em que as aprendizagens dos alunos precisam de ser melhoradas, apontando modos de superar as dificuldades, devendo tomar como base os seus interesses e aptidões, valorizando o que os alunos (já) sabem e são capazes de fazer e não se identificando com um processo de mera determinação daquilo que (ainda) não sabem.
3. A avaliação deve promover a confiança social na informação que a escola transmite, colocando ênfase nos aspectos mais importantes da aprendizagem e em actividades relacionadas com o desenvolvimento de competências de diferentes domínios do currículo. Todos os aspectos da aprendizagem dos alunos, que se consideram essenciais, devem ser avaliados de acordo com a natureza de cada um deles, sendo fundamental que os resultados deste processo envolvam, de modos apropriados e em tempo oportuno, os alunos e os encarregados de educação.

Para além da avaliação contínua nas diversas áreas disciplinares e transversais do currículo, ao longo dos vários ciclos, nos documentos da reorganização curricular prevê-se uma avaliação global no fim do ensino básico, que deverá atender especialmente ao percurso do aluno e ao progresso das aprendizagens que realizou. Este processo poderá apoiar-se em modalidades de avaliação de carácter globalizante e interdisciplinar, com o foco na utilização e integração de conhecimentos disciplinares e em competências de natureza transversal, como a autonomia, o sentido de responsabilidade e as capacidades de organização e de comunicação.

A avaliação de competências só faz sentido, se o processo de ensino/aprendizagem não se limitar a uma abordagem de conteúdos (matérias), mas sim se estes forem orientados “para aquilo que, neles, é gerador da competência que justifica que sejam abordados e aprendidos” (Roldão, 2003, p. 44). Por outras palavras, o que está em causa, numa avaliação de competências, não são os conteúdos em si, mas o que os alunos sabem fazer com eles, ou como conseguem pensar, compreender factos ou solucionar questões, usando-os. Por conseguinte, o que está em causa na avaliação do ensino/aprendizagem, orientado para o desenvolvimento de competências, não são nem os processos, nem os instrumentos, mas sim “a filosofia do seu uso pelos professores” (Roldão, 2003, p. 69).

O esforço, neste sentido, deve começar por considerar o desenvolvimento curricular como um todo, em que se desenrolam articuladamente as diferentes componentes do currículo (as competências, os conteúdos, os objectivos, as estratégias e a avaliação). A *praxis* educativa deve ser orientada para a criação de contextos que permitam o desenvolvimento efectivo de competências e não apenas a aquisição de saberes avulso. Por conseguinte, a avaliação deve ser pensada no sentido de organizar situações em que os alunos devem expressar, usar e demonstrar as competências em causa. No fundo, os alunos têm de mostrar que são capazes de mobilizar adequadamente os saberes adquiridos, tanto no plano da cognição, com no da acção. Deste modo, exige-se o uso de diversas modalidades de avaliação que, consoante a natureza da tarefa proposta, poderá ser um relatório, uma actividade experimental, uma pesquisa, uma comunicação oral ou um teste de papel e lápis.

Huerta Amezola, Pérez García e Castellanos Castellanos (2002) sublinham que o desenvolvimento das competências requer ser comprovado na prática, mediante o cumprimento de critérios de desempenho claramente estabelecidos. Os critérios de

desempenho, entendidos como os resultados esperados em termos de produtos de aprendizagem (evidências), estabelecem as condições para inferir o desempenho. Ambos os elementos (critérios e evidências) são a base para avaliar e determinar se a competência foi alcançada. Por conseguinte, os critérios de avaliação estão estreitamente relacionados com as características das competências estabelecidas.

Por último, importa sublinhar que a avaliação deve ser abrangente e focalizada nas diferentes dimensões da ciência. A ênfase do processo avaliativo das aprendizagens deve ser colocada no conhecimento holístico das ideias científicas e na compreensão crítica da ciência e do pensamento científico. Para o efeito, devem ser criados novos instrumentos e processos de avaliação que coloquem ênfase nas competências em literacia científica.

2 – PRINCIPAIS VERTENTES DE UM CURRÍCULO DE LITERACIA CIENTÍFICA

Um dos argumentos utilizado para justificar o currículo de literacia científica desenvolve-se em torno de algumas ideias-chave: a) o domínio de conhecimentos e conceitos básicos sobre a ciência e tecnologia são fundamentais nas sociedades democráticas, pois só assim poderá haver lugar a uma efectiva participação política dos cidadãos; b) a resolução de questões quotidianas requer a interpretação e a tomada de decisões fundamentadas em conhecimentos científicos e tecnológicos; c) o conhecimento da ciência e da tecnologia é necessário, para legitimar as políticas governamentais e para a própria legitimação dos impactos sociais e ambientais destes conhecimentos, estando este aspecto relacionado com o interesse da ciência em alargar a sua base social de apoio, garantindo a legitimação das suas aplicações, num momento em que estas são questionadas, por razões diversas e em campos diversificados.

Os argumentos que justificam o currículo centrado em competências de literacia científica, do nosso ponto de vista, levam à necessidade de um desenvolvimento curricular assente em diversos pressupostos:

1. O currículo deve ser visto como um campo aberto flexível, sujeito a constantes mudanças, a partir do qual professores e alunos possam planear e concretizar experiências educativas significativas e enriquecedoras.
2. Os novos currículos apontam para uma perspectiva de desenvolvimento curricular, holística na sua concepção e pragmática na sua concretização, mediante um ensino contextualizado no quotidiano. A ligação da ciência com a realidade constitui uma das orientações curriculares que é necessário valorizar.
3. A interdisciplinaridade tem subjacente uma nova perspectiva curricular, em que as disciplinas não são fins em si mesmo, mas antes meios para alcançar um conhecimento mais integrador e mobilizável na vida em sociedade.
4. O ensino-aprendizagem das ciências deve assentar em princípios construtivistas que atribuem ao aluno um papel activo no processamento da experiência e da informação, determinado pelo seu quadro referencial teórico.
5. As novas tecnologias de informação e comunicação, sendo os principais agente de difusão da cultura científica, constituem uma das melhores formas para dar a conhecer um mundo em constante evolução, participando activamente na criação de oportunidades de aprendizagem e contribuindo, quer na divulgação de conhecimentos, quer na estimulação da curiosidade e do interesse pela ciência e tecnologia.
6. Nas sociedades democráticas em que os cidadãos são chamados a intervir activamente, é necessário promover competências comunicacionais, como a exposição, a argumentação, a defesa de pontos de vista, a clareza.

2.1 – Flexibilidade Curricular

O currículo, enquanto documento oficial de política educativa, constitui um referencial de muitas das decisões dos professores. Tradicionalmente, os currículos têm sido concebidos e interpretados como um conjunto de orientações rígidas e prescritivas, como

algo que, supostamente, será concretizado de maneira uniforme. Nesta perspectiva, os professores não são encarados como pessoas que tomam decisões, mas como meros executores de prescrições externas, cujas preocupações com o cumprimento do “programa” sobrepõem-se às preocupações com as aprendizagens dos alunos.

No ano lectivo de 1997/98, o Departamento de Educação Básica do Ministério da Educação iniciou um projecto de gestão flexível do currículo, enquadrado no âmbito do regime da autonomia, administração e gestão das escolas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 115-A/98, de 4 de Maio⁹⁶. Recentemente, com o Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro, foram estabelecidos os princípios orientadores da organização e da gestão curricular do ensino básico, bem como da avaliação das aprendizagens e do processo de desenvolvimento do currículo nacional. O projecto de gestão flexível do currículo veio dar a cada escola a possibilidade de organizar e gerir autonomamente o processo de ensino/aprendizagem, podendo introduzir no currículo componentes locais e regionais, de modo a que os alunos, no final de cada ciclo e sobretudo no final do ensino básico, adquiram um conjunto de saberes e competências, de acordo com cada contexto escolar.

Esta nova concepção de currículo está associada a uma descentralização do poder ao nível do sistema educativo, que tem vindo a ser seguida em diversos países da união europeia. Por exemplo, em Espanha e em certas regiões do Reino Unido, são definidas a nível nacional um conjunto de aprendizagens nucleares, com indicação do tempo necessário para a sua concretização; o restante tempo disponível é gerido por cada escola na abordagem de conteúdos ou temas relacionados com a realidade local. Em Itália, o currículo estabelecido centralmente é de tal forma flexível que se verificam variações significativas de região para região, de cidade para cidade e até mesmo de escola para escola. Em Portugal, apesar de já termos currículos flexíveis, o sistema educativo ainda permanece centralizado.

A autonomia e a correspondente responsabilização da escola devem ser um dos pilares da organização e funcionamento do Sistema Educativo. Uma escola de qualidade não é compatível com a existência de um modelo único de organização e gestão administrativa e pedagógica. Como sublinha Correia (1995), as soluções, para serem adequadas têm, de ser

⁹⁶ Regulamentado pelo Despacho n.º 9590/99, de 14 de Maio.

reflectidas e encontradas caso a caso, consoante os níveis ou ciclos de ensino coexistentes, a identidade e dinamismo dos agentes educativos e as características sócio-culturais da comunidade envolvente. Nesta conjuntura, cada escola terá de desenvolver o seu próprio projecto, compreendendo articulações internas e articulações externas com o meio. As diferentes organizações (Conselho de Escola, Conselho Pedagógico e Áreas Departamentais) devem constituir-se como verdadeiros espaços formativos de reflexão, análise e busca de soluções para problemas suscitados pelos novos currículos.

De certo modo, os professores sempre foram os principais responsáveis pela gestão do currículo, porque, “por mais centralizado que seja um sistema escolar, o professor na sua aula é relativamente autónomo” (Hernández e Sancho, 1994, p. 50). Contudo, a gestão flexível do currículo veio aumentar a responsabilidade dos professores nas tarefas de gestão curricular. Exigindo da escola, dos professores e dos seus órgãos de coordenação pedagógica uma maior autonomia, responsabilidade e capacidade de decisão, relativamente aos modos de organizar e conduzir os processos de ensino-aprendizagem.

A gestão flexível do currículo constitui um problema complexo, na medida em que tem a ver não só com aspectos da identidade e do desenvolvimento profissional dos professores, mas também com a criação de condições que lhes permitam assumir efectivamente um maior protagonismo na gestão do currículo, que não é uma tarefa exclusiva do professor, tendo necessariamente de ser partilhada com os alunos e com os outros professores, ao nível da turma e da escola. Cada professor, individualmente, tem não só a responsabilidade directa na organização e desenvolvimento do ensino-aprendizagem, no âmbito das suas disciplinas, mas também tem uma responsabilidade colectiva, como elemento do corpo docente que trabalha com cada turma. Por isso, o projecto curricular de turma⁹⁷ é um elemento central da gestão do currículo. É ao nível da turma que o conjunto das experiências de aprendizagem que se proporcionam aos alunos pode ganhar coerência e que a articulação entre as diversas áreas do currículo se pode tornar realidade.

Um currículo aberto e flexível é um grande desafio para o qual a maioria dos professores não está preparado (Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez, 2000), mas do qual também não se pode demitir. Com efeito, os professores têm tido dificuldade em assumir a

⁹⁷ O projecto curricular de turma é concebido, discutido e acompanhado por cada Conselho de Turma, sob a coordenação do respectivo Director de Turma (ME, 2001).

função de gestores do currículo, dificuldade que é sentida tanto por professores com vários anos de serviço docente, que necessitam de uma mudança profunda nas suas concepções e práticas, como por professores em formação inicial. As orientações dos currículos oficiais são traduzidas pelas escolas e professores e as decisões podem ser tomadas individualmente por cada docente ou pelos departamentos ou grupos disciplinares. Geralmente, estas decisões curriculares têm em conta as recomendações oficiais, mas os manuais escolares continuam a exercer uma influência determinante, nas escolhas dos conteúdos. Sendo ao nível dos recursos e materiais curriculares que os professores revelam maior autonomia, que as suas escolhas são, efectivamente, fruto de decisões pessoais. Se se deixar essa tarefa aos autores dos manuais escolares, corre-se o risco de trabalhar um currículo descontextualizado, já que as propostas apresentadas se dirigem a contextos educativos generalizados, fazendo simultaneamente uma utilização mecânica e acrítica das propostas curriculares (Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez, 2000). Também Morgado (2000) chama a atenção para este aspecto, salienta que quando o manual escolar é adoptado como único elemento estruturador do processo de ensino-aprendizagem, pode tornar-se muito pernicioso, quer para o professor quer para o aluno, já que conduz o professor a mero executor do currículo; contribuindo, deste modo, para a uniformização do ensino e comprometendo a flexibilidade curricular.

Neste quadro e assumindo que a gestão curricular é uma tarefa da responsabilidade dos professores, que deve ser realizada a nível de escola e de turma, Reid e Hodson (1993) sugerem que a gestão curricular prossiga seis passos fundamentais:

1. Identificação das finalidades e objectivos do currículo;
2. Apreciação das características globais dos alunos e o estabelecimento de um ambiente adequado de aprendizagem;
3. Selecção de estratégias de ensino-aprendizagem adequadas aos alunos e às finalidades e objectivos;
4. Selecção de conteúdos adequados aos alunos e às finalidades e objectivos. Esta selecção deve ter por princípio a motivação, deve envolver os alunos na escolha e negociação dos conteúdos e ir ao encontro dos seus interesses (relevância dos conteúdos);

5. Organização e concretização de experiências de aprendizagem, para alcançar as finalidades e objectivos identificados em (1) para os alunos caracterizados em (2);
6. Valoração e avaliação que incluem valoração do nível alcançado pelos alunos, diagnóstico das capacidades, fragilidades e dificuldades particulares e avaliação da utilidade e efectividade das experiências de aprendizagem.

A gestão flexível do currículo implica uma nova concepção de desenvolvimento curricular, assente num processo gradual e contínuo que envolve observação, reflexão e ajustamento das orientações e das práticas pedagógicas (ME-DEB, 2001a), que requer dos professores a capacidade de identificar e interpretar problemas educativos e procurar soluções para esses problemas, no quadro de orientações curriculares nacionais. A gestão flexível do currículo permite a recriação do currículo, “de modo a atender aos diversificados pontos de partida e ritmos de aprendizagem dos alunos, aos seus interesses e necessidades e às características do meio”, permitindo, ainda, “alterar a ordem dos conteúdos, associá-los a diferentes formas, variar o seu grau de aprofundamento ou mesmo acrescentar outros” (ME-DEB, 2001a, p. 76).

Esta nova ordem veio mudar, substancialmente, o papel do professor. O professor de hoje não é aquele que segue escrupulosamente o Programa “pronto a usar”, mas sim o que interpreta, gere, recria e adapta o currículo às características e necessidades dos alunos; que usa recursos diversificados; que estimula os alunos a utilizar várias fontes de informação, tirando partido das novas tecnologias de informação e comunicação; que propõe actividades diversas, de modo a estimular diferentes formas de trabalho e de interacção; que promove actividades em que os alunos têm de mobilizar diferentes conhecimentos, capacidades e atitudes, assumindo um papel activo e responsável na construção do seu próprio conhecimento.

Neste sentido, está em causa uma mudança de atitude, e de mentalidades: de atitudes, na medida em que, de meros executores que cumprem programas, os professores passam a gestores que organizam e tomam decisões; de mentalidades, porque a ideia de currículo como instrumento absoluto não faz sentido e, por conseguinte, o sucesso dos alunos deixa de se medir pela “cobertura do currículo”, para passar a medir-se pela compreensão verdadeira dos conteúdos (Brooks e Brooks, 1997).

2.2 – Contextualização

Hernández e Sancho (1994) definem o acto educativo como “uma construção social totalmente ligada ao contexto em que se desenvolve, às particularidades biológicas e biográficas de alunos e professores, ao contexto cultural, à conjuntura económica, aos interesses de grupos de poder, etc” (p. 80). Rutherford e Ahlgren (1995) salientam que o saber constrói-se numa dialéctica activa, pelo que a aprendizagem terá sempre mais sucesso e maior eficácia, se partir de problemas concretos (de experiências de vida e aplicações sociais) e não de abstracções ou fenómenos que estejam para além das capacidades de percepção e compreensão dos alunos.

A investigação tem demonstrado que uma educação científica centrada exclusivamente em aspectos conceptuais, em que os conceitos e as observações surgem desligados de contextos sociais e de contextos práticos, sem uma verdadeira dimensão global e integradora, provoca o desinteresse dos jovens e não contribui para a interiorização da ciência. Com efeito, “num mundo repleto de problemas com carácter interdependente e global, o currículo mais idóneo não parece ser o composto por múltiplas parcelas desconexas de conteúdos, pois este não facilita a compreensão inter-relacionada dos problemas reais do mundo em que vivemos” (Martín Molero, 1999, pp. 53-54).

McRobbie e Tobin (1997) afirmam que os alunos só poderão compreender a ciência e ganhar apreço por esta, se conseguirem entender a relação do conhecimento científico aprendido na escola com o contexto exterior à escola. Assim, para promover um ensino das ciências para todos, é essencial entusiasmar os alunos pelo estudo das ciências, ajudando-os a construir, através dele, novos significados sobre situações e fenómenos que façam parte do seu quotidiano (AAAS, 1989; Reid e Hodson, 1993; Santos, 1994b; Rutherford e Ahlgren, 1995; Williams, Rockwell e Sherwood, 1995). Canavarro (1999) reforça esta necessidade de contextualização do ensino argumentando que:

a explicação para acontecimentos do mundo tem para os estudantes muito mais a ver com experiências vividas pelo sujeito do que com conteúdos e teorias aprendidas na escola. O que parece eventualmente necessário é a promoção de experiências, de vivências com significado para os estudantes de maneira a que eles interiorizem a explicação decorrente dessas experiências. (p.130)

Neste sentido, a contextualização surge como um pressuposto essencial do ensino das ciências. A vida quotidiana é uma importante fonte motivacional para os alunos, não só quando usada como ponto de partida para desenvolver conhecimentos mais complexos, mas também quando serve de contexto para a aprendizagem e aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos, na resolução de problemas relevantes na sociedade em que estão inseridos. A contextualização, que tem como ponto de partida “conteúdos relevantes” (Brooks e Brooks, 1997) que fazem parte do quotidiano dos alunos, contribui para aproximar a ciência da vida real, tornando-a mais motivante e mais útil (Santos, 1994b). Deste modo, também combate o desfasamento existente “entre as aprendizagens escolares e as necessidades de ordem pessoal e social” (Martins e Veiga, 1999, p. 29). Por outro lado, a utilização das leis, teorias, princípios, conceitos ou modelos que integram a “ciência escolar”⁹⁸, na interpretação e compreensão do mundo e na resolução de problemas do quotidiano, favorece uma atitude mais positiva para com a aprendizagem da ciência.

Na verdade, um dos aspectos mais importantes da aprendizagem reside na utilidade e no valor prático daquilo que se ensina e se aprende. Neste sentido, é fundamental uma intervenção planeada do professor, a quem cabe a responsabilidade de seleccionar contextos socialmente relevantes, de modo a que os conteúdos curriculares possam desenvolver nos alunos a percepção da importância e relevância do aprendido, assim como a sua máxima flexibilização de uso (Claxton, 1993).

Contudo, a realidade é bem diferente, muitos professores continuam agarrados ao ensino transmissivo de um saber pseudo-enciclopédico, apresentado como um corpo de informações, factos, teorias e leis, geralmente descontextualizado e sem articulação com a realidade envolvente. O professor continua a ser a principal fonte de informação que transmite os produtos da ciência, trabalhando “muito mais com o passado do que com o presente e muito menos ainda com o futuro” (Cunha, 1996, p. 4).

⁹⁸ A Ciência escolar corresponde a uma versão mais simplificada ou reduzida da ciência dos cientistas.

2.3 – Interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade faz parte de uma determinada concepção de organização curricular do ensino que importa explicar. No que diz respeito às formas de organização curricular, Zaballa (1995) explica que existe um *continuum*, em que num dos extremos está a organização disciplinar (multidisciplinar); e, no outro extremo, a organização metadisciplinar, em que as disciplinas não se apresentam como objecto de estudo, mas sim como meios para conhecer a realidade. Entre estes dois extremos encontram-se duas formas intermédias de currículo integrado: a organização interdisciplinar e a transdisciplinar. Na lógica interdisciplinar, buscam-se pontos de contacto entre diferentes disciplinas, com vista à organização de grandes áreas de conhecimento, em que os conteúdos são tratados na perspectiva destas disciplinas, através das quais se pretende facilitar a análise, a reconstrução da realidade e a resolução de problemas. Na lógica transdisciplinar, a ênfase é colocada em problemas sociais relevantes para os alunos e utilizam-se os saberes disciplinares não como pontos de partida, mas sim como meios para a resolução desses problemas.

Santos (1994b) afirma que “a consciência da interdependência, globalidade e complexidade do mundo em que vivemos tem vindo a contribuir para repensar a especialização, fragmentação e conseqüente incomunicação de saberes e para que se aspire à sua integração” (p. 72). Deste modo, aumenta a convicção de que os currículos integrados satisfazem melhor as necessidades das sociedades contemporâneas, o que tem levado os sistemas educativos, na generalidade dos países ocidentais, a adoptar este tipo de currículo. Nestes, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade (forma máxima de integração e globalização de conhecimentos) surgem como uma exigência curricular, porque permitem compreender o mundo na sua globalidade e complexidade, através da conciliação integradora de diversos saberes fragmentados, utilizados na construção de um saber mais global. Neste sentido, Delors (1996) afirma que a abertura a diferentes campos de conhecimento pode conduzir a fecundas sinergias entre as disciplinas.

Contudo, para chegar a este nível de integração, é necessário percorrer um longo caminho, sobretudo quando a formação académica adquirida foi baseada em pressupostos disciplinares, como é o caso do nosso sistema de ensino não superior e superior. Fernandes (2000) descreve este caminho, através de uma sucessão de níveis intermédios de integração

crescente (Disciplinaridade → Multidisciplinaridade → Interdisciplinaridade → Transdisciplinaridade). Considera, ainda, que esta crescente integração de conhecimentos pressupõe três etapas (Quadro 19).

Quadro 19
Etapas de Integração Crescente de Conhecimentos

1.ª ETAPA	INTEGRAÇÃO ENTRE SABERES DE DISCIPLINAS AFINS/PRÓXIMAS Entre conhecimentos das diferentes Ciências da Natureza Entre conhecimentos das diversas Ciências Sociais Entre conhecimentos das várias disciplinas humanísticas
2.ª ETAPA	INTEGRAÇÃO ENTRE SABERES ACADÉMICOS DIVERSOS Entre conhecimentos das diferentes Ciências da Natureza, das diversas Ciências Sociais e das várias disciplinas humanísticas
3.ª ETAPA	INTEGRAÇÃO ENTRE SABERES ACADÉMICOS E SABERES VULGARES OU DO SENSO COMUM

Adaptado de Fernandes (2000).

As sociedades contemporâneas exigem dos sistemas educativos a formação de cidadãos que compreendam a realidade (natural e social) na sua complexidade e que actuem de forma inteligente na mesma. Na verdade, a quantidade, diversidade e complexidade dos problemas emergentes nas sociedades contemporâneas, quer sejam à escala mundial, nacional ou local, colocam os cidadãos perante a necessidade de uma apropriação de múltiplos saberes científicos e tecnológicos que se cruzam com diversas áreas do conhecimento, realçando a importância de uma abordagem inter e transdisciplinar das ciências. Esta abordagem tem implicações que se traduzem na necessidade de abertura das aulas de ciências à própria escola e ao mundo. Por conseguinte, o ensino das ciências deve contemplar momentos de interdisciplinaridade e de articulação curricular, integradores de saberes que privilegiem visões mais holísticas da ciência (Santos, 1994b); deve, ainda contemplar temas de grande actualidade e interesse (saberes transdisciplinares), geradores de reflexão e de debate, capazes de contribuir para a aquisição e desenvolvimento de competências em literacia científica.

No fundo, trata-se de defender uma perspectiva de ensino das ciências mais heurística, tendo em vista racionalizar as inter-relações entre os saberes das diferentes

disciplinas e os saberes dos alunos, entendidos como sujeitos que constroem conhecimento e não como objectos de conhecimento (Cachapuz, 1995a).

O actual currículo do ensino básico “não se identifica com uma adição de disciplinas” (ME-DEB, 2001a, p. 10) característica dos currículos tradicionais, mas com um currículo integrado que tem a interdisciplinaridade como eixo central de toda a organização curricular. Na verdade, a interdisciplinaridade marca presença em diferentes níveis do currículo: na organização das disciplinas tradicionais em áreas disciplinares; na criação de áreas curriculares não disciplinares de natureza transversal e integradora (Área de Projecto, Estudo Acompanhado e Formação Cívica); na abordagem de temas transversais às diversas áreas disciplinares (por exemplo: a educação para os direitos humanos, a educação ambiental, a educação para a saúde e o bem-estar); e, na própria organização dos conteúdos das áreas disciplinares.

De facto, os currículos integrados apresentam características que os colocam em vantagem em relação aos currículos tradicionais. Macedo e Mestre (2002) opinam que o desenvolvimento articulado dos conhecimentos e competências de diferentes áreas disciplinares, conjugado com as necessidades e interesses dos alunos, pode proporcionar aprendizagens mais significativas e relevantes. Por outro lado, a articulação interdisciplinar evita a repetição de temas em diferentes disciplinas, esbate as fronteiras entre as disciplinas e promove a percepção da globalidade dos problemas e da necessidade de considerar diferentes conhecimentos disciplinares.

Apesar das vantagens apontadas, alguns autores contestam o currículo integrado. As principais objecções a este currículo são, segundo um levantamento feito por Craveiro (1999): não formar um corpo de conhecimentos suficientemente consolidados; fraca sequenciação dos temas, podendo conduzir à perda de unidade e coesão da disciplina; superficialidade e pouca sistematização no tratamento dos temas prejudicando os alunos que querem prosseguir estudos em ciências; valorização exclusiva das aplicações práticas do conhecimento.

Contudo, a concretização de um currículo desta natureza também se depara com outro tipo de problemas: por um lado, os professores não vêem com bons olhos o modelo de ensino integrado, quer por falta de preparação, quer ainda por razões que têm a ver com a perda de estatuto; por outro, a gestão de um currículo integrado interfere com o

funcionamento das escolas (gestão de espaços, de horários e de pessoal). Assim, na prática, as disciplinas que constituem as diferentes áreas continuam a funcionar isoladamente e só ocasionalmente surgem tentativas para fazer a interligação entre elas.

Reforçar ou criar uma verdadeira cultura de gestão curricular e uma cultura interdisciplinar (não em oposição às disciplinas, mas à sua fragmentação e isolamento), através do trabalho cooperativo e da responsabilização dos órgãos colectivos de gestão pedagógica, é muito provavelmente um dos elementos mais determinantes para o sucesso da mudança preconizada nos novos currículos. Esta cultura interdisciplinar constitui um importante desafio que requer uma actividade de colaboração efectiva no terreno da planificação, da coordenação e da reflexão sobre a prática.

2.4 – Aprendizagem Construtivista

O acto educativo envolve relações complexas que podem exigir o recurso a diferentes teorias e modelos de ensino-aprendizagem. Assim, a teoria construtivista, ou qualquer outra, deve ser entendida como um dos marcos teóricos utilizados para interpretar e estruturar o processo de ensino-aprendizagem.

O construtivismo é, desde há vinte anos, o paradigma de aprendizagem que reúne maior consenso entre os especialistas de educação. Os seus pressupostos acerca da construção do conhecimento fundamentam-se na epistemologia racionalista e no enfoque cognitivista da psicologia contemporânea. As teorias e argumentos de importantes filósofos da ciência, como Bachelard, Popper, Lakatos e Kuhn, e os trabalhos de psicólogos, como Piaget, Ausubel e Vygotsky, serviram de fundamento a este paradigma de ensino-aprendizagem.

No que se refere aos contributos da psicologia, Piaget (1929) alertou para a importância das representações das crianças, Ausubel defendeu uma aprendizagem baseada no conhecimento prévio dos alunos e Vygotsky pôs em evidência o papel da socialização na aprendizagem.

Inspirado nestes pressupostos Carretero (1993) perspectiva o construtivismo, enquanto teoria da aprendizagem, de três formas:

1. “A aprendizagem é uma actividade solitária” – Situam-se nesta posição as teorias psicológicas de Ausubel e Piaget. Estes autores transmitem a ideia de um ser que aprende basicamente isolado, à margem do seu contexto social. Embora atribuam um papel à cultura e à interacção social, Piaget considera mesmo que um dos factores de desenvolvimento cognitivo é a interacção social; não especificam como interactiva com o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem.
2. “Com amigos aprende-se melhor” – Esta posição é defendida por investigadores que se situam entre posições piagetianas e vygotkianas. Consideram que a interacção social entre indivíduos com diferentes níveis de conhecimento favorece a aprendizagem, mediante a criação de conflitos cognitivos que causam mudança conceptual. Nesta perspectiva, evidencia-se o efeito da interacção e do contexto social sobre o mecanismo de mudança e aprendizagem individual.
3. “Sem amigos não se pode aprender” – Esta seria a posição vygotkiana radical. Nesta perspectiva, o conhecimento não é um produto individual, mas social; a ênfase da aprendizagem situa-se no intercâmbio social. Contudo, esta posição arrasta consigo o perigo de anulação dos processos individuais de mudança conceptual.

No construtivismo, o que está em causa não são os comportamentos observáveis, mas sim o que se passa na mente dos alunos, as suas estruturas internas e o seu mecanismo de funcionamento, ou seja, “os denominados ‘processos centrais’ do indivíduo, dificilmente observáveis, tais como: organização do conhecimento, processamento de informações, estilos de pensamento decisões, etc.” (Mizukami, 1986, p. 59). O construtivismo parte da convicção de que o indivíduo tem um papel activo no processamento da experiência e das informações, que “o sujeito do conhecimento é alguém que adquire conhecimento por virtude de uma estrutura cognitiva prévia” (Santos e Praia, 1992, p. 24) e que o novo conhecimento resulta da reorganização de um conhecimento anterior. Por isso, a realidade social e natural é apercebida e construída de forma idiossincrática.

A ideia de que o conhecimento conceptual do aluno resulta da interacção entre o conhecimento comum e o conhecimento científico a que tem acesso via instrução (Cachapuz, 1995a) tem importantes implicações no ensino/aprendizagem das ciências. Neste sentido, a necessidade de ter em conta as “concepções prévias dos alunos” (Novak, 1981; Nussbaum e Novick, 1982; Osborne e Wittrock, 1983; Hewson e Hewson, 1984; Driver e Oldham, 1986; Posner, Strike, Hewson e Gertzog, 1988; Ausubel *et al.*, 1991; Osborne e Freyberg, 1991; Santos, 1991a; Cachapuz, 1995a; Praia, 1995) é uma condição e a aprendizagem significativa uma consequência, sendo esta o resultado das relações que se estabelecem entre a nova informação e o conhecimento pré-existente (Carretero, 1993).

A aprendizagem significativa é um conceito fundamental do construtivismo, para esclarecer o seu significado Bonito (2001) refere quatro características: a) é não arbitrária, não verbalista, com incorporação substantiva do novo conhecimento dentro da estrutura cognitiva; b) exige esforço deliberado para relacionar o novo conhecimento com conceitos de ordem superior, mais amplos, dentro da estrutura cognitiva; c) está relacionada com factos ou objectos da experiência; d) requer compromisso afectivo em relacionar o novo conhecimento com as aprendizagens prévias.

Diversos investigadores da educação em ciência e educadores contemporâneos (Osborne e Wittrock, 1983; Driver *et al.*, 1992; Novak, 1981) transportaram as correntes actuais da epistemologia da ciência e da psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem para a Didáctica das Ciências. Introduziram novas orientações na concepção do que é aprender e do que é ensinar ciências e desenvolveram propostas de actuação pedagógico-didáctica, que constituem importantes marcos de referência dentro do paradigma construtivista.

Genericamente, estes modelos de ensino-aprendizagem assentam nos seguintes pressupostos:

- A aprendizagem é um processo interno, pessoal e activo de (re)construção de conhecimentos;
- A aprendizagem depende do desenvolvimento cognitivo do indivíduo;
- A aprendizagem é condicionada pelas vivências e conhecimentos prévios;
- A aprendizagem resulta mais eficaz, mediante a interacção social;

- Aprender implica estabelecer relações entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos.

O paradigma construtivista do ensino-aprendizagem coloca o aluno como “construtor do seu próprio conhecimento, integralmente empenhado e envolvido de forma activa nas tarefas e motivado para a aprendizagem de forma diversificada e criativa, em interacção social” (Paixão, 1995, p. 38). Por conseguinte, a construção do conhecimento apresenta duas dimensões: a) uma dimensão pessoal, em que os alunos procuram fazer sentido das suas experiências e dos fenómenos científicos, usando os esquemas conceptuais existentes, pensando, reflectindo e reestruturando as suas estruturas cognitivas, de modo a construir uma compreensão pessoal; b) uma dimensão social, em que os alunos se envolvem socialmente através de diálogos, construindo uma compreensão partilhada.

A dimensão pessoal da aprendizagem construtivista

Na construção pessoal do conhecimento, os alunos utilizam as suas “concepções prévias” (Osborne e Wittrock, 1983; Driver e Oldham, 1986; Ausubel *et al.*, 1991; Santos, 1991a; Reid e Hodson, 1993), como base para a reconstrução de estruturas conceptuais e construção de novos significados mais próximos do conhecimento científico.

Uma vez ultrapassada “a suposição de que os alunos vêm para as aulas de ciências com ‘mentes em branco’, semelhantes a uma ‘tábua rasa’ ou a um ‘balde vazio’” (Duarte e Faria, 1991, p. 63), tomou-se consciência que cada aluno chega à escola não só com um repertório de conhecimentos intuitivos em diferentes domínios científicos (em Física, em Química, em Biologia e em Geologia), mas também com um conhecimento informal sobre o mundo social, histórico e económico, que, no seu dia-a-dia, lhes conferem adaptabilidade (Martins e Veiga, 1999). Por conseguinte, conhecer e aprender já não é preencher um vazio do saber, mas sim “substituir uma multiplicidade de representações, que evidenciam grande estabilidade mas que são mutáveis” (Santos, 1991a).

Porém, valorizar as concepções dos alunos significa não apenas conhecê-las, mas também referir-se a elas, tornando as experiências de aprendizagem contextuais e significativas. Os modelos de processamento de informação confirmam a importância da

aprendizagem se processar a partir destes conhecimentos prévios, mediante a utilização de competências cognitivas e processuais, integradas em estratégias de mudança conceptual.

A dimensão social da aprendizagem construtivista

Muitos dos defensores do construtivismo consideram que não é possível conceber a construção do conhecimento como uma actividade individual, uma vez que a dimensão social e cultural determina a partilha de significados. Vários investigadores (Vygotsky, 1979; Nussbaum e Novick, 1981; Gilbert e Watts, 1983; Driver, Osborne e Freyberg, 1991; Santos, 1991a, 1991c; Guesne e Tiberghien, 1992; Cubero, 1993; García Díaz e Garcia Pérez, 1993; Carretero, 1993) salientam a importância da interacção social, como origem dos processos de aprendizagem e desenvolvimento humanos e defendem que as interacções sócio-culturais favorecem a aprendizagem em geral, sendo particularmente úteis na aprendizagem das ciências.

Se, por um lado, verbalizar uma ideia, um pensamento, aumenta a sua própria compreensão, por outro, a discussão e partilha de ideias contribuem para um considerável incremento do nível de pensamento. Ouvir os outros e explicar e defender pontos de vista fornece novas perspectivas de abordagem dos problemas, obrigando o aluno a repensar as suas próprias ideias e acções. As aprendizagens cooperativas produzem maiores ganhos na aquisição de conteúdos, na capacidade de resolução de problemas e na auto-estima dos indivíduos (Ferreira e Morais, 1998), sendo igualmente importantes na aprendizagem de atitudes de literacia científica (Trindade, 1996), nomeadamente regras de convivência, de resolução de conflitos e de cooperação.

Na medida em que o ensino/aprendizagem de inspiração construtivista valoriza as concepções prévias dos alunos e incentiva estratégias cooperativas, contribui para uma melhor imagem pública da ciência (Fensham, Gunstone, e White, 1994). A transposição da natureza colaborativa do trabalho científico e tecnológico para a sala de aula desenvolve a noção de que os conhecimentos de cada um são relevantes na construção do conhecimento do todo, conduzindo à valorização do papel da partilha de conhecimentos em ciência e a uma maior compreensão do funcionamento da ciência. Por outro lado, o isomorfismo que se estabelece entre a actividade dos cientistas na construção da ciência e a actividade dos alunos

na construção do conhecimento, favorece a compreensão da natureza e desenvolvimento da ciência.

Os actuais currículos do ensino básico reconhecem a importância das actividades de grupo e da aprendizagem cooperativa na formação para a cidadania, “cooperar com outros em tarefas e projectos comuns” (ME – DEB, 2001a, p. 15), é o enunciado de uma competência geral deste nível de ensino. Daqui resulta a necessidade de organizar experiências educativas que privilegiem actividades desta natureza.

A aprendizagem construtivista enquanto vector básico do currículo de ciências, pressupõe a necessidade de uma intervenção pedagógica relevante, ou seja, adequada nas metodologias e processos, à diversidade de ritmos, estilos, interesses, dificuldades e experiências prévias dos alunos, no sentido de possibilitar as aprendizagens relevantes e significativas, centrando o ensino no desenvolvimento de capacidades de pensar e agir com compreensão; e, de atitudes e valores necessários ao assumir da cidadania.

A aprendizagem da ciência deve ser considerada como uma construção pessoal, social e activa de significados, em que o professor desempenha a função de mediador e guia, promovendo interacções, quer entre o conhecimento científico e os conhecimentos prévios dos alunos, quer entre os alunos, promovendo a construção partilhada de significados. Tem de criar contextos de aprendizagem capazes de guiar os alunos, no seu percurso individual para o saber, incentivando-os a adquirir os conhecimentos e as competências de que necessitam e a assumir a responsabilidade pela sua própria aprendizagem.

A intervenção intencional do professor resulta de uma observação, acompanhamento e avaliação constantes. O seu papel é questionar, centrar a discussão, fornecer pistas, promover a reflexão, incentivar a argumentação, fomentar a progressão das ideias dos alunos e auxiliar na clarificação de ideias. Na opinião de Figueiredo (2003), o professor deve usar a sua competência científica e pedagógica e a sua experiência, para criar contextos de ensino/aprendizagem tão fecundos quanto possível; deve identificar as dificuldades de aprendizagem dos alunos, ajudando-os a superá-las; e deve procurar estruturar as vivências dos alunos, num corpo de saberes que se torne estruturante e operacional.

2.5 – As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC)

Uma das características das sociedades modernas, sobretudo ocidentais, é a instabilidade, fruto do ritmo alucinante em que os conhecimentos científico e tecnológico cresceram, a partir da última metade do século XX. Com efeito, mais de metade dos conhecimentos actuais foram produzidos a partir desta altura. Trata-se de um crescimento tão rápido que Hurd (1987) calculou que, em cada trinta minutos de dia e de noite, se produz conhecimento para dar origem a vinte e sete volumes da enciclopédia britânica.

Esta explosão de conhecimento requer uma gestão correcta da informação, exigindo de cada cidadão capacidades para aceder, organizar e utilizar essa informação. Ao nível da educação, significa não só ter de fomentar um ensino apoiado em múltiplos recursos, que valorize as ferramentas básicas, fundamentais, das linguagens da informação e da comunicação (Delors, 1996); mas também fomentar um ensino baseado no princípio da autonomia e responsabilidade, que promova a abertura de espírito e o desenvolvimento de atitudes favoráveis a uma educação permanente e adaptação à mudança.

Se tivermos em conta que um dos objectivos básicos da educação é preparar os jovens para ser cidadãos de uma sociedade plural, democrática e tecnologicamente avançada, então a utilização das novas tecnologias no ensino está plenamente justificada. As tecnologias de informação e comunicação, como ferramentas pedagógicas, “podem tornar mais eficiente a aprendizagem e oferecer ao aluno uma via aliciante de acesso a conhecimentos e competências, por vezes difíceis de encontrar no meio local” (Delors, 1996, p. 139).

Com efeito, as tecnologias de informação e comunicação constituem uma importante via para dar a conhecer um mundo em constante evolução, ultrapassando o quadro da experiência escolar, como mostra um estudo de Dias *et al.* (1987), em que os autores concluíram que: 53% dos jovens, com idades compreendidas entre os quinze e vinte e quatro anos, consideravam que se aprende ciência especialmente através da comunicação social; e 55% da população em geral concordava que a ciência ensinada nas escolas é insuficiente para as necessidades da sociedade contemporânea. Estes dados, apesar de não serem recentes, reflectem, certamente, a realidade dos nossos dias.

O principal problema do papel educativo destes meios de educação não-formal, em relação à ciência, reside no facto desta ser apresentada de forma completamente acrítica, muitas vezes mitificada, detentora de verdade absoluta, sendo mesmo caracterizada como pseudociência (Veríssimo e Ribeiro, 2001). Na verdade, parte daquilo que os alunos aprendem informalmente pode estar errado, incompleto, distorcido ou mal compreendido, constituindo formas alternativas de conhecimento, em relação às quais a intervenção da educação formal é imprescindível, porque pode ajudar a reestruturar esses conhecimentos e a adquirir outros novos que se aproximem mais dos conhecimentos cientificamente aceites (Cachapuz, 1995a).

Nesta perspectiva, a escola tem a responsabilidade de fornecer “as chaves duma compreensão verdadeira da sociedade da informação” (Delors, 1996, p. 132). A aprendizagem formal da ciência tem uma importância decisiva nas aprendizagens que o indivíduo irá fazer ao longo da vida, em contextos não-formais. Como salientam Lewis e Wood-Robinson (1997, citados em Martins, 2002a), aproveita-se melhor a informação científica veiculada pelos meios de comunicação social, quando se dispõe de uma base sólida de conhecimentos adquirida em contexto escolar.

Numa perspectiva próxima, Figueiredo (2003) reforça esta ideia afirmando que “o estudo escolar será uma parcela cada vez menor na aprendizagem global que as crianças vão ter” [o que não significa] “que vão aprender menos na escola, mas sim que irão aprender cada vez mais no exterior”. [Por conseguinte], na escola “devem é aprender melhor. O papel da escola deverá ser ... o de promover a aquisição de saberes e competências chave e de auxiliar a estruturar a grande diversidade de vivências exteriores em torno desses saberes e competências chave” (p. 2). Também Gago (1990), se refere a esta questão dizendo que “por muito pouco eficaz que a escola seja como formadora de uma cultura científica satisfatória, é ela, contudo, a peça essencial na realização desse objectivo” (p. 108), constituindo “o principal vector cultural de transformação capaz de promover o diálogo da ciência com o saber comum e a difusão da cultura científica” (p. 111). Por seu lado, Marco-Stiefel (2000) acredita que uma adequada combinação do ensino formal (escolar) com os conhecimentos que os alunos adquirem de diferentes fontes informais, poderá contribuir para melhorar os níveis de alfabetização científica.

Assim, é necessário “organizar e articular os vários canais de promoção de aprendizagens, já que a escola é apenas um deles, e não poderá portanto ser a única responsável pela iliteracia, seja ela em Ciências ou em outro ramo do saber” (Martins, 2002a, p. 9). Nesta perspectiva, o professor deve saber explorar as potencialidades dos meios de educação não-formal (museus, exposições, meios de comunicação, ...) e de fontes diversas de estímulo à curiosidade e ao interesse pelas coisas da ciência e da tecnologia, no sentido de enriquecer e melhorar a educação científica formal, rompendo com a tradição de uma acção pedagógico-didáctica limitada aos conteúdos curriculares, aos manuais escolares e à pedagogia geral.

As tecnologias de informação e comunicação prestam importantes serviços na educação em ciência. Permitem aceder a um maior e mais actualizado acervo de informações, possibilitam uma maior rentabilização das pesquisas, possibilitam a troca de informações e ideias (através de correio electrónico, *newsgroups*...), o computador permite, ainda, a realização de simulações científicas; e a internet pode ser utilizada na realização *webquests*.

Além disso, as informações proveniente dos *media* (notícias de âmbito científico-tecnológico com características dilemáticas) constituem importantes elementos didácticos, enquanto recursos que permitem fomentar a discussão e equacionar questões filosóficas, éticas, científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, capazes de mostrar que as questões da sociedade fazem parte do quotidiano e dizem respeito a todos nós, sem excepção. Neste sentido, estes recursos podem ser um importante meio para promover uma atitude crítica, em relação ao consumo/utilização da informação e ao seu impacto no quotidiano e na cultura, auxiliando, assim, a longo prazo, à devida correcção da própria percepção de ciência, nos meios de comunicação.

Os novos currículos do ensino básico dão um destaque particular às tecnologias de informação e comunicação. Estas estão presentes em todos os ciclos, assumindo uma natureza transversal e contribuindo para o desenvolvimento de competências gerais e específicas. Pelo que ficou dito, percebe-se que apresentam enormes potencialidades, no desenvolvimento de competências gerais de comunicação e de autonomia, de pesquisa, análise, selecção e organização e tratamento da informação, problematização e resolução de

problemas; e ainda, no desenvolvimento de competências específicas no domínio da comunicação e do raciocínio, sobretudo do pensamento crítico. Deste modo, são um importante contributo na formação para a cidadania.

2.6 – A Comunicação

Comunicar é, sobretudo, relacionar-se com os outros, através de um sistema de signos e códigos – linguagem. Na medida em que o uso da linguagem permite atribuir significado à realidade e à experiência, é um instrumento essencial para a construção do conhecimento e expressão do pensamento, embora não o traduza na sua exactidão (Foucault, 1988), sendo, ainda, determinante no desenvolvimento das formas mais elaboradas e abstractas do pensamento.

A linguagem como materialização do pensamento tem subjacente um processo complexo de produção da enunciação verbal, em que se distinguem duas etapas. O processo tem início com a intenção ou necessidade de comunicar algo que se possui em mente e a primeira etapa inicia-se, quando o pensamento começa a tomar forma e significado intrasubjectivo; a segunda etapa corresponde ao discurso ou enunciado verbal. Piaget (1977) e Vygotsky (1996) designam estas duas etapas por linguagem interior e linguagem exterior (socializada), respectivamente. A primeira é compreensível essencialmente para o próprio indivíduo, caracteriza-se pela falta de rigor e de objectividade, pelas incoerências e pelos raciocínios incompletos, e tem função orientadora da acção – linguagem exploratória. A segunda é caracterizada por uma estrutura mais elaborada, organizada e complexa, destinada à comunicação interpessoal – discurso final.

Para que a comunicação seja eficaz, antes de mais, o professor tem de entender a linguagem não como um meio de ensino, mas sobretudo como um meio de aprendizagem, cabendo-lhe a responsabilidade de criar as condições necessárias, para que esta seja um verdadeiro instrumento de comunicação e construção do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo e social dos alunos. Para isso, os professores têm de mostrar que

estão realmente interessados em compreender e ajudar os alunos a construir o seu próprio conhecimento; e têm de transmitir aos alunos a ideia de que revelar o pensamento é tão importante, como dar uma “resposta correcta”.

A clareza e o rigor característicos da linguagem científica não deve levar os professores a esquecer que o mais importante é a própria essência do conteúdo. É preferível que os alunos usem uma linguagem menos rigorosa, mas com significado, a uma linguagem rigorosa, baseada na reprodução textual dos conceitos e utilização abstracta de terminologias.

Face à relação existente entre os processos de estruturação do pensamento e a linguagem (Vigotsky, 1979), é necessário promover actividades, em que os alunos tenham oportunidade de falar, pois “falar é uma maneira de aprender” (Reid e Hodson, 1993, p. 118). Através da fala, os alunos não só raciocinam sobre os conteúdos a aprender, como clarificam o pensamento e dão a conhecer o marco conceptual em que este se insere.

Devem ser actividades que estimulem e impliquem a expressão oral e escrita, levando os alunos a verbalizar os seus raciocínios, analisando, explicando e confrontando processos e resultados com os seus pares, professores ou outras pessoas. Neste sentido, as actividades de grupo constituem contextos interactivos facilitadores da aprendizagem. Como salienta Barnes (1976), nas discussões entre pares tudo se passa de forma mais espontânea e natural, pois a ausência dos constrangimentos inerentes à presença do professor permite que os alunos se expressem através de registos discursivos próprios, fazendo uso da linguagem exploratória.

Também o debate e confronto de opiniões acerca de temas controversos de âmbito CTSA constituem um importante contexto comunicacional que conduz “à aquisição de um sistema pessoal de valores éticos e cívicos e de reestruturação e adopção consciente de comportamentos” (Correia, 1995, p.25) necessários para formar cidadãos para a vida activa. Na verdade, o debate constitui uma forma comunicacional muito útil, quer seja no sentido do consenso, quer seja no sentido do confronto de pontos de vista divergentes. Permite desenvolver a compreensão e respeito pelos pontos de vista dos outros, a capacidade de argumentação e o espírito crítico.

O Currículo Nacional do Ensino Básico reconhece a comunicação como factor essencial na formação do cidadão, pois duas das competências gerais referem-se

explicitamente à comunicação: “usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar” e “usar correctamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio” (ME-DEB, 2001a, p. 15). A comunicação é, ainda, um dos quatro domínios em que se inscrevem as competências específicas para a literacia científica dos alunos do ensino básico. Sugere-se o uso da linguagem científica em contextos variados que permitam o desenvolvimento de diferentes capacidades comunicacionais; apela-se, ainda, ao uso de diferentes formas de comunicar e à cooperação na partilha de informação.

CAPÍTULO 4

PENSAR A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES À LUZ DAS ACTUAIS TENDÊNCIAS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

O presente Capítulo encontra-se dividido em três partes. Na primeira parte, fazemos uma reflexão sobre a necessidade de renovar a formação inicial de professores de ciências, face às exigências da formação de cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados. Prosseguimos com uma abordagem a diferentes concepções de currículo e diferentes formas de organização curricular da formação de professores e terminamos com uma apresentação do perfil geral de desempenho dos professores, enquanto documento orientador das políticas de formação inicial de professores, fundamental para o empreendimento da necessária renovação da formação de professores.

Na segunda parte, tecemos algumas considerações sobre o currículo de formação e a cultura científica dos professores, face aos desafios que as sociedades modernas colocam e as exigências do actual paradigma da educação em ciência. Debruçamo-nos sobre a natureza da formação, colocando ênfase na reflexão e investigação como estratégias privilegiadas, capazes de desenvolver nos professores as competências necessárias para fazer face às exigências actuais do exercício consciente e competente da função docente, contribuindo, ainda, para uma maior flexibilidade e abertura à mudança.

A terceira e última parte trata do conhecimento profissional do professor de ciências, discutimos a problemática das concepções e práticas do professor de ciências, no sentido de evidenciar a necessidade de pensar a formação inicial de professores, numa perspectiva construtivista de mudança conceptual. Terminamos com uma breve caracterização de alguns modelos conceptuais da prática pedagógica.

I – NECESSIDADE DE RENOVAR A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Em Portugal, como em muitos outros países, as reformas educativas têm tido “resultados desastrosos” (OCDE, 1990), pois não produzem efeitos na prática (Hernández e Sancho, 1994). Os professores encontram-se no “coração do processo educativo” (OCDE, 1990), e, por conseguinte, é sobre eles recaem muitas das responsabilidades dos fracassos das reformas escolares. Paixão (1995), acredita que as causas destes fracassos não devem ser procuradas nos princípios orientadores dos textos curriculares, mas sim na “leitura que por vários motivos, é feita desses textos curriculares e que se traduz no desenvolvimento das práticas pedagógicas” (p. 40). Praia (1995) partilha esta opinião, numa reflexão sobre a reforma educativa de 1988, salientava que “os problemas mais graves que atormentam a Reforma não são tanto questões curriculares em si, mas sobretudo, uma formação de professores que os ajudasse e permitisse ver os currículos com ‘outros olhos’ e agarrá-los de outra forma” (p. 26).

Na opinião de Mellado Jiménez (2003), o fracasso das reformas escolares está frequentemente associado à pretensão ingénuo de que as mudanças curriculares são suficientes para produzir mudanças didácticas nos professores, considerando-os como simples técnicos que se limitam a aplicar as reformas. Esteve (1997) refere-se a esta questão salientando a necessidade de adaptar os programas de formação inicial aos novos problemas colocadas pelo rápido desenvolvimento do contexto social, na sua opinião, nem os professores têm sabido adaptar-se a estas mudanças, nem a formação de professores tem preparado os professores para lhes fazer frente.

A adaptação do sistema educativo a um mundo social e culturalmente em mudança exige mecanismos de renovação que assegurem as mudanças qualitativas requeridas. “A qualidade do ensino mede-se em função da sua capacidade para satisfazer apropriadamente as finalidades gerais e os objectivos concretos que a comunidade social atribui a esse mesmo ensino” (Ministerio de Educación y Ciencia, 1989, p. 94). Esta adaptação não consiste numa acomodação passiva do sistema educativo ao que a sociedade determina, mas sim numa transformação e reelaboração activa de novos conhecimentos e valores. Como agentes

privilegiados desta transformação, destacam-se a formação de professores, a inovação curricular e a investigação educativa.

Relativamente à inovação curricular, as perspectivas são positivas, dispomos actualmente de currículos com propostas inovadoras convergentes com as actuais tendências da educação em ciência. O mesmo não se poderá dizer da investigação educativa, pois em Portugal verifica-se uma quase ausência de investigação educacional que anime e influencie as práticas de ensino (Cachapuz, 1986; Campos, 1995), muita da investigação que se faz tem fins meramente académicos (obtenção de grau de mestre ou de Doutor) ou destina-se à formação de investigadores-docentes das instituições de formação de professores. No que diz respeito à formação de professores ainda há muito por fazer, a formação tem de se adequar às exigências dos actuais currículos, tem de preparar os professores para a mudança e inovação. Pois, como afirma Paixão (1995), “nenhuma Reforma Educativa existe se a implementação nas Práticas Pedagógicas permanecer inalterada” (p. 41).

O desejo generalizado de uma educação de maior qualidade é um dos factores que mais contribui para o consenso existente actualmente sobre a necessidade urgente de renovar o sistema educativo e em particular a formação de professores. Reconhece-se actualmente que neste processo de renovação, a formação de professores é um dos factores que mais pode contribuir para a elevação da qualidade do ensino, pois, como sublinha Martins (1995), “os professores são agentes privilegiados de qualquer mudança e são, também por isso, os reguladores de todo o impacto inovador” (p. 48). Neste sentido a formação de professores deverá constituir uma prioridade nos projectos de reforma dos sistemas educativos.

A qualidade é um imperativo da competição no mercado de trabalho, da economia global, de coesão social e de uma sociedade de conhecimento, que se desenvolve a par da evolução da ciência e da tecnologia. Este novo paradigma de sociedade levanta um importante desafio aos sistemas educativos em geral e aos de formação (inicial e contínua) de professores em particular, pois como sublinha Patrício (1997), os professores desempenham um papel fundamental na sociedade educativa, enquanto responsáveis pela formação da comunidade humana, pelas suas funções intelectual, cultural e humana. O que está em causa é a formação de um professor que, na sua essência, é um profissional do desenvolvimento humano, do próprio e dos alunos.

Hoje, ninguém duvida que a qualidade da formação de professores é determinante na qualidade da educação e da formação dos cidadãos. Neste cenário, “a formação de professores tem a honra de ser simultaneamente o problema mais grave e a melhor solução na educação” (Fullan, 1993, citado em Paixão, 1995). Existe consenso nos discursos político e pedagógico sobre a importância do papel dos professores nas reformas educativas e no desenvolvimento social, pelo que reforma educativa e formação de professores são processos intimamente ligados e mutuamente dependentes. “Não há ensino de qualidade, nem reforma educativa, nem inovação pedagógica, sem uma adequada formação de professores” (Nóvoa, 1997, p. 9).

As instituições governamentais e a opinião pública, em geral, reconhecem o quanto a missão dos professores é difícil e exigente. No relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI, são propostos três aspectos, em relação aos quais o problema da qualidade do ensino deverá ser abordado: a) melhoria das competências dos professores; b) articulação entre os programas escolares e os conteúdos de formação dos professores; c) gestão eficaz das escolas, com a cooperação activa dos professores (Delors, 1996, pp. 191-192). Cada vez mais os responsáveis pela educação revelam uma enorme preocupação com a qualidade do ensino, sendo tomadas diversas iniciativas nesse sentido. O tema é debatido em congressos, empreende-se reformas nos sistemas educativos e realizam-se revisões curriculares.

O reconhecimento do professor, enquanto profissional responsável pelo tipo e qualidade de ensino, tem levado à constituição, em diversos países, de Comissões governamentais encarregues de analisar a situação da formação de professores e elaborar propostas de actuação e reforma dos sistemas de formação de professores, frequentemente considerados inadequados, inadaptados, insuficientes ou antiquados (Perrenoud, 1993). Em 1966, vários países subscreveram a Recomendação relativa à Condição do Pessoal Docente, em que foram aprovadas diversas medidas e propostas sobre os professores e onde se reconheceu “que o progresso da educação depende, em grande parte, das qualidade e competências dos professores em geral, bem como das qualidade humanas, pedagógicas e profissionais de cada um em particular” (UNESCO-OIT, 1966, citado em Teodoro, 1994).

Portugal, enquanto presidente do Conselho da União Europeia e assumindo a educação como a primeira prioridade europeia, promoveu a realização de inúmeras

conferências, como a que decorreu em Maio de 2000, no Algarve, que contou com a participação dos representantes dos Ministros da Educação da União Europeia e em que foram debatidas as políticas de formação de professores na União Europeia e a qualidade da aprendizagem ao longo da vida. Nesta conferência, foi dada especial atenção a medidas que garantam a adequação dos cursos de formação de professores às novas exigências profissionais, bem como a medidas relativas à certificação profissional docente, através da validação de competências adquiridas, inclusive para o desempenho de funções especializadas na escola. Estas duas medidas constituem condição determinante para o reconhecimento de diplomas e de períodos de formação profissional para a docência, assim como para a mobilidade dos professores na Comunidade Europeia.

Efectivamente, nos últimos tempos, intensificou-se, em todos os países da Europa, uma reflexão sobre as políticas educativas, sendo a formação de professores uma das principais preocupações como ilustra o relatório do Conselho (Educação) para o Conselho Europeu, de 14 de Fevereiro:

Modernizar a formação inicial e contínua dos professores e formadores, a fim de que os seus conhecimentos e competências respondam à evolução e às expectativas da sociedade e sejam adaptados aos diferentes grupos a que se dirigem, eis um dos principais desafios a que os sistemas de educação e formação deverão fazer face ao longo dos próximos dez anos. (Conselho da União Europeia, 2001, p. 8)

1 – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O CURRÍCULO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Quando se concebe um curso de formação de professores, tem de se ter presentes duas perspectivas de análise e de actuação: a construção do currículo e a organização e gestão do currículo. Segundo Ribeiro (1997), o primeiro nível de análise incide sobre concepções, modelo teóricos e investigações sobre formação e desenvolvimento profissional de professores; e, o segundo nível recai nos contextos institucionais e modelos organizacionais de formação. Para garantir a qualidade e a coerência global do sistema, face a padrões e critérios estabelecidos, é fundamental que estas duas perspectivas de análise e de

actuação sejam consideradas em conjunto. Na perspectiva de Pereira e Santiago (1999), de um modo geral, os currículos reflectem:

expectativas e representações antecipadoras, que cobrem os contributos que determinados domínios científicos podem fornecer para um hipotético *perfil de saída* dos alunos, bem como um conjunto mais ou menos estruturado e hierarquizado de opiniões e crenças sobre as necessidades e interesses que a sociedade em geral e os diferentes actores e organizações em particular poderiam eventualmente manifestar a propósito das diferentes questões e problemas em causa. (p. 49)

No que se refere à construção dos currículos no ensino superior, esta é da responsabilidade de órgãos colegiais. Seria importante que este processo de construção fosse alargado a grupos de interesse ou agentes externos ou internos às instituições de ensino superior, reveladores de crenças, expectativas, representações e interesses do meio, no sentido de “fazer interagir a acção, a experiência e o conhecimento científico” (Pereira e Santiago, 1999, p. 53). Perspectiva-se, assim, uma concepção de currículo, enquanto objecto de negociação entre as instituições de ensino superior e o meio.

Quando falamos da necessidade de parceria e articulação entre as instituições de ensino superior e agentes (grupos de interesse) internos e/ou externos, na organização curricular do ensino superior, referimo-nos à administração central, aos alunos, a organizações socio-económicas e aos docentes implicados. As instituições de formação deverão ter em consideração as necessidades e expectativas dos diversos agentes, deverão habilitar o sujeito para o exercício da profissionalidade e deverão contribuir para o desenvolvimento do aluno, nas suas dimensões cognitiva, pessoal e social.

Enquanto que os interesses da administração central assentam, predominantemente, numa lógica económica/racional, procurando a adaptação dos cursos ao mercado de trabalho, as expectativas dos alunos e familiares vão mais no sentido do desenvolvimento pessoal, social e profissional, mediante a aquisição de capacidades e competências que permitam o desempenho de múltiplos papéis na sociedade (no campo profissional, social, político e cultural). Já nos grupos sociais e económicos, emergem diferentes concepções acerca da formação no ensino superior. Uns valorizam um perfil profissional, com uma forte especialização técnica e científica, enquanto outros defendem um perfil mais generalista, colocando a tónica no desenvolvimento cognitivo (aprender a aprender), pessoal e social, requisitos indispensáveis na formação para a cidadania. No que se refere aos docentes, também não existe uma visão consensual sobre os currículos, pois estão em jogo vários factores, como os interesses pessoais, o estatuto académico, a experiência na docência, os

níveis de ensino em que leccionam, o tempo de carreira, a relação com o saber científico e a área científica a que pertencem.

Importa esclarecer o significado de currículo, no contexto da formação de professores. Para Trindade (1995), o currículo de formação de professores deve ser entendido como uma “estrutura organizacional, constituída por um conjunto de objectivos, experiências de aprendizagem, incluindo as estratégias de ensino, as actividades e os materiais de aprendizagem, bem como os procedimentos de avaliação” (p. 403). Partindo desta definição de currículo, o autor sugere alguns critérios para a organização curricular: a) critério da exemplaridade – seleccionar os saberes mais representativos e fundamentais; b) critério da significação epistemológica – respeitar a estrutura das disciplinas; c) critério da transferabilidade – permitir a generalização e transferência para outras áreas do conhecimento; d) critério do consenso – reunir consenso da comunidade profissional para a qual o estudante ficará habilitado.

A construção de um currículo é um processo complexo que está sujeito a pressões de natureza filosófica, política e social, que estão na origem de diversas concepções de currículo e de outras tantas formas de organização curricular. Neste trabalho, referimo-nos apenas a duas concepções de currículo: “centradas no saber” e “centradas no aluno”. Enquanto que as primeiras correspondem à forma tradicional de organizar o currículo, as segundas incluem formas de organização curricular mais coerentes com os pressupostos actuais da educação em ciência (Reid e Hodson, 1993):

O currículo “centrado no saber” assenta na lógica interna do saber, tal como os professores ou os investigadores a percebem. Permite a clareza nos objectivos, a precisão nos conteúdos e a racionalidade do trabalho, revelando um total alheamento à pessoa do aluno, à sua lógica própria e à sua vivência. Esta concepção está na base da organização do currículo por disciplinas, muito generalizado nos sistemas educativos. Hernández e Sancho (1994) justificam esta generalização com três argumentos: a) a carga cultural e o peso da tradição patente nos autores de currículos; b) facilita a actividade docente de planificação, selecção de recursos, organização e controlo da aula; c) está mais próximo da visão tradicional do papel do professor como especialista.

No currículo centrado no aluno, as suas necessidades, os seus interesses, as suas aptidões e a sua experiência vivida estão em primeiro plano. Este currículo coloca a tónica na aquisição funcional de conhecimentos. Hernández e Sancho (1994) distinguem duas formas de organização curricular centrada no aluno, uma baseada em “centros de interesse” e outra centrada em “temas ou projectos de trabalho”. Em seguida, fazemos uma breve caracterização de ambas, referindo-nos às potencialidades e limitações de cada uma.

Num currículo organizado a partir de “centros de interesse”, a selecção dos objectivos e conteúdos de ensino tem por base os interesses dos alunos e as aprendizagens disciplinares resultam da resolução de problemas reais, com significado para os alunos. De acordo com Hernández e Sancho (1994), este modelo tem implicações organizativas complexas; requiere uma grande flexibilidade, na planificação e gestão curricular; exige, ainda, professores com grande capacidade de adaptação, capazes de abandonar o *status* de especialista numa disciplina, para se converterem em colaboradores e facilitadores da aprendizagem. Como sublinham Reid e Hodson (1993), em termos práticos este tipo de currículo é pouco exequível, deparando-se com inúmeras resistências, em parte por as situações de aprendizagem terem um carácter ocasional, tornando aleatória a sistematização dos saberes, e porque é exigido do professor a elaboração de um programa adequado a cada aluno, tornando a sua actividade extenuante.

Para além destas resistências, há que salientar algumas críticas que não têm a ver com os princípios filosóficos que lhe estão subjacentes, mas com os resultados que este currículo permite alcançar. Se, por um lado, a ideia de que os alunos aprendem melhor, se se partir dos seus interesses, reúne consenso, por outro, verificam-se enormes reservas que põem em causa a capacidade dos alunos colocarem temas do seu interesse, que sejam relevantes para a sua formação; e, ainda, no idealismo colocado no método indutivo, ao supor que o aluno é capaz de decidir de forma definida o que tem de aprender (Hernández e Sancho, 1994).

O currículo organizado por “temas ou projectos” assenta no pressuposto do conhecimento globalizado e relacional, apresentando várias vantagens em relação a outras formas de organização curricular:

- Os temas interdisciplinares que respondem a questões sobre aspectos da realidade aproximam-se mais da perspectiva integradora da ciência, que as pesquisas unidireccionais desenvolvidas no seio das disciplinas.

- Cria um contexto que faz emergir a necessidade e compreensão das disciplinas.
- Coloca problemas cuja resolução necessita do contributo de diferentes disciplinas ou de diferentes perspectivas, no seio da mesma disciplina.
- Proporciona uma aprendizagem mais adequada aos ritmos de cada um.
- Evita o carácter redundante e repetitivo que predomina na organização curricular por disciplinas.

Contudo, uma organização desta natureza também apresenta algumas limitações:

- A necessidade de abordar temas interdisciplinares exige trabalho cooperativo de professores de diferentes disciplinas, o que levanta algumas dificuldades na planificação e concepção dos materiais curriculares.
- A dificuldade do professor em assumir uma posição de colaborador, sem impor os seus pontos de vista.
- Romper com a tradição da sequencialidade linear do currículo por disciplinas provoca algumas inseguranças. Para ultrapassar este obstáculo, Gimeno (1986) propõe a articulação de unidades didácticas, permitindo que os professores possam encontrar a coerência de um bloco estruturado, com um sentido unitário. Permite, ainda, a globalização de conhecimentos diferentes, em torno de temáticas que podem dar um significado pessoal a conhecimentos provenientes de diferentes campos especializados.
- Exige dos alunos estratégias cognitivas prévias que lhes permita estabelecer conexões e inferências, perante a informação.

Os currículos de formação inicial de professores de ciências estão centrados no saber, organizam-se em torno de áreas científicas, organizadas por disciplinas, não se antevendo a possibilidade de uma mudança na organização curricular. Parece-nos, contudo, que será possível e desejável, conjugar alguns dos princípios subjacentes no currículo “centrado no aluno”, sobretudo, se pensarmos que o perfil geral de desempenho dos professores foi estabelecido com base em competências, implicando uma mudança na ênfase da formação, da área do saber para a área do saber-fazer. Neste sentido, conceber o currículo em termos de “projecto de formação” em que os objectivos, os conteúdos, as metodologias, a avaliação e os recursos têm como referencial as competências estabelecidas no perfil de desempenho do

professor, afigura-se como um grande desafio na formação inicial de professores, para o qual as instituições formadoras terão de encontrar resposta.

2 – PERFIL GERAL DE DESEMPENHO DOS PROFESSORES

O Perfil Geral de Desempenho Profissional dos Educadores e Professores (Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de Agosto, enuncia referenciais comuns à actividade dos docentes de todos os níveis de ensino e estabelece a organização dos perfis de desempenho em quatro dimensões que cobrem as grandes áreas de intervenção dos professores.

Transcrevemos, em seguida, as características que definem cada uma das dimensões do perfil geral de desempenho do professor.

Dimensão profissional, social e ética

1. O professor promove aprendizagens curriculares, fundamentando a sua prática profissional num saber específico resultante da produção e uso de diversos saberes integrados em função das acções concretas da mesma prática, social e eticamente situada.
2. No âmbito do disposto no número anterior, o professor:
 - a) Assume-se como um profissional de educação, com a função específica de ensinar, pelo que recorre ao saber próprio da profissão, apoiado na investigação e na reflexão partilhada da prática educativa e enquadrado em orientações de política educativa para cuja definição contribui activamente;
 - b) Exerce a sua actividade profissional na escola, entendida como uma instituição educativa, à qual está socialmente cometida a responsabilidade específica de garantir a todos, numa perspectiva de escola inclusiva, um conjunto de aprendizagens de natureza diversa, designado por currículo, que, num dado momento e no quadro de uma construção social negociada e assumida como temporária, é reconhecido como necessidade e direito de todos para o seu desenvolvimento integral;

- c) Fomenta o desenvolvimento da autonomia dos alunos e a sua plena inclusão na sociedade, tendo em conta o carácter complexo e diferenciado das aprendizagens escolares;
- d) Promove a qualidade dos contextos de inserção do processo educativo, de modo a garantir o bem-estar dos alunos e o desenvolvimento de todas as componentes da sua identidade individual e cultural;
- e) Identifica ponderadamente e respeita as diferenças culturais e pessoais dos alunos e demais membros da comunidade educativa, valorizando os diferentes saberes e culturas e combatendo processos de exclusão e discriminação;
- f) Manifesta capacidade relacional e de comunicação, bem como equilíbrio emocional, nas várias circunstâncias da sua actividade profissional;
- g) Assume a dimensão cívica e formativa das suas funções, com as inerentes exigências éticas e deontológicas que lhe estão associadas. (pp. 5570-5571)

Dimensão de desenvolvimento do ensino e da aprendizagem

1. O professor promove aprendizagens no âmbito de um currículo, no quadro de uma relação pedagógica de qualidade, integrando, com critérios de rigor científico e metodológico, conhecimentos das áreas que o fundamentam.
2. No âmbito do disposto no número anterior, o professor:
 - a) Promove aprendizagens significativas no âmbito dos objectivos do projecto curricular de turma, desenvolvendo as competências essenciais e estruturantes que o integram;
 - b) Utiliza, de forma integrada, saberes próprios da sua especialidade e saberes transversais e multidisciplinares adequados ao respectivo nível e ciclo de ensino;
 - c) Organiza o ensino e promove, individualmente ou em equipa, as aprendizagens no quadro dos paradigmas epistemológicos das áreas do conhecimento e de opções pedagógicas e didácticas fundamentadas, recorrendo à actividade experimental sempre que esta se revele pertinente;
 - d) Utiliza correctamente a língua portuguesa, nas suas vertentes escrita e oral, constituindo essa correcta utilização objectivo da sua acção formativa;
 - e) Utiliza, em função das diferentes situações, e incorpora adequadamente nas actividades de aprendizagem linguagens diversas e suportes variados, nomeadamente as tecnologias de informação e comunicação, promovendo a aquisição de competências básicas neste último domínio;

- f) Promove a aprendizagem sistemática dos processos de trabalho intelectual e das formas de o organizar e comunicar, bem como o envolvimento activo dos alunos nos processos de aprendizagem e na gestão do currículo;
- g) Desenvolve estratégias pedagógicas diferenciadas, conducentes ao sucesso e realização de cada aluno no quadro sócio-cultural da diversidade das sociedades e da heterogeneidade dos sujeitos, mobilizando valores, saberes, experiências e outras componentes dos contextos e percursos pessoais, culturais e sociais dos alunos;
- h) Assegura a realização de actividades educativas de apoio aos alunos e coopera na detecção e acompanhamento de crianças ou jovens com necessidades educativas especiais;
- i) Incentiva a construção participada de regras de convivência democrática e gere, com segurança e flexibilidade, situações problemáticas e conflitos interpessoais de natureza diversa;
- j) Utiliza a avaliação, nas suas diferentes modalidades e áreas de aplicação, como elemento regulador e promotor da qualidade do ensino, da aprendizagem e da sua própria formação. (p. 5571)

Dimensão de participação na escola e de relação com a comunidade

1. O professor exerce a sua actividade profissional, de uma forma integrada, no âmbito das diferentes dimensões da escola como instituição educativa e no contexto da comunidade em que esta se insere.
2. No âmbito do disposto no número anterior, o professor:
 - a) Perspectiva a escola e a comunidade como espaços de educação inclusiva e de intervenção social, no quadro de uma formação integral dos alunos para a cidadania democrática;
 - b) Participa na construção, desenvolvimento e avaliação do projecto educativo da escola e dos respectivos projectos curriculares, bem como nas actividades de administração e gestão da escola, atendendo à articulação entre os vários níveis e ciclos de ensino;
 - c) Integra no projecto curricular saberes e práticas sociais da comunidade, conferindo-lhes relevância educativa;
 - d) Colabora com todos os intervenientes no processo educativo, favorecendo a criação e o desenvolvimento de relações de respeito mútuo entre docentes, alunos, encarregados de educação e pessoal não docente, bem como com outras instituições da comunidade;
 - e) Promove interacções com as famílias, nomeadamente no âmbito dos projectos de vida e de formação dos seus alunos;
 - f) Valoriza a escola enquanto pólo de desenvolvimento social e cultural, cooperando com outras instituições da comunidade e participando nos seus projectos;

- g) **Coopera na elaboração e realização de estudos e de projectos de intervenção integrados na escola e no seu contexto. (p. 5571)**

Dimensão de desenvolvimento profissional ao longo da vida

1. **O professor incorpora a sua formação como elemento constitutivo da prática profissional, construindo-a a partir das necessidades e realizações que consciencializa, mediante a análise problematizada da sua prática pedagógica, a reflexão fundamentada sobre a construção da profissão e o recurso à investigação, em cooperação com outros profissionais.**
2. **No âmbito do disposto no número anterior, o professor:**
 - a) **Reflecte sobre as suas práticas, apoiando-se na experiência, na investigação e em outros recursos importantes para a avaliação do seu desenvolvimento profissional, nomeadamente no seu próprio projecto de formação;**
 - b) **Reflecte sobre aspectos éticos e deontológicos inerentes à profissão, avaliando os efeitos das decisões tomadas;**
 - c) **Perspectiva o trabalho de equipa como factor de enriquecimento da sua formação e da actividade profissional, privilegiando a partilha de saberes e de experiências;**
 - d) **Desenvolve competências pessoais, sociais e profissionais, numa perspectiva de formação ao longo da vida, considerando as diversidades e semelhanças das realidades nacionais e internacionais, nomeadamente na União Europeia;**
 - e) **Participa em projectos de investigação relacionados com o ensino, a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos. (pp. 5571-5572)**

Um professor, seja qual for o nível em que venha a desempenhar a função docente, deve demonstrar domínio das competências próprias da docência. Por conseguinte, os conteúdos e a organização curricular dos cursos de formação inicial de professores devem ser estabelecidos, em função das exigências de desempenho requeridas pela profissão, traduzidas num perfil funcional do professor. Neste caso, o currículo de formação deverá desenvolver-se em torno das competências definidas pelo perfil e organizar-se por unidades de formação correspondentes àquelas competências, de modo a garantir uma “integração mais completa e uma ligação mais estreita ao ‘produto final’ desejado” (Ribeiro, 1997, p. 23). Para além de promover estas competências, a formação inicial de professores deve desenvolver um ensino de qualidade, fundamentado e coerente com as propostas inovadoras investigação educacional.

II – O CURRÍCULO DE FORMAÇÃO

Impõe-se, ao nível das ciências, uma renovação da formação inicial de professores, coerente com os perfis de desempenho e subordinada às necessidades das sociedades, às actuais tendências da educação científica e aos eixos estruturantes que definem os novos currículos dos ensinos básico e secundário. Contudo, a mudança não é fácil, até porque estamos perante um problema complexo, os modelos de formação inicial são variados e não dispomos actualmente de conhecimentos que nos permitam caracterizar com precisão quais os factores determinantes de uma boa formação, no contexto em que nos situamos. Assim, propomo-nos fazer uma reflexão sobre dois pontos que possam constituir contributos para a indispensável renovação da formação de professores de ciências: sobre o currículo de formação, nas vertentes cultura científica e natureza da formação e sobre o conhecimento profissional dos professores.

As mudanças em curso, na generalidade dos sistemas educativos, têm vindo a realçar a necessidade de desenvolver nos alunos todo um conjunto de competências, atitudes e valores, tendentes à formação de cidadãos cientificamente cultos, capazes de acompanhar as grandes mudanças sociais, geradas pelo desenvolvimento científico e tecnológico, reflectindo criticamente sobre os problemas resultantes destas mudanças e participando democraticamente nas discussões levantadas.

As expectativas na educação escolar, nomeadamente no desenvolvimento da literacia, o descontentamento com os resultados de reformas anteriores, os novos desenvolvimentos teóricos da psicologia e sociologia da educação e o reconhecimento da formação de professores como um processo ao longo da vida, levantam novas exigências ao desempenho dos professores e desafiam o processo da sua formação inicial e contínua.

Segundo Pagès, (1996), os actuais planos curriculares de formação de professores muito dificilmente poderão formar professores, capacitados para dar respostas aos grandes desafios educativos do século XXI. Para Thompson (1995, citado em Delors, 1996) os professores “só poderão responder ao que deles se espera, se possuírem os conhecimentos e competências, as qualidades pessoais, as possibilidades profissionais e a motivação requeridas” (p. 131). Não é possível levar o aluno a construir o seu próprio conhecimento, a

realizar actividades científicas e a tomar decisões, se o professor não for detentor destas competências e não as puser em prática no seu ensino. Para “mudar o paradigma educacional é necessário modificar o paradigma de formação de professores em conformidade” (Fernandes, 2000, p. 52).

Este constitui um importante desafio para as instituições de formação, pois “se já é difícil garantir a adequação dos planos de formação a um perfil clássico de professor, muito mais difícil isso se torna face às novas exigências” (Campos, 1995, pp. 40-41). As questões que agora se levantam às instituições de formação são saber: O quê?, Como? e Onde? introduzir as alterações nos actuais currículos de formação. As respostas a estas questões não são fáceis pois, tanto quanto se sabe, não existem estudos globais sobre a eficácia e eficiência dos actuais currículos, nem tão pouco estudos que permitam caracterizar os perfis dos professores formados nestes cursos (Trindade, 1996). Contudo, dispomos actualmente de um quadro orientador fundamental, quer para a organização dos cursos que conferem habilitação profissional para a docência (Perfil geral de desempenho do professor), quer para a acreditação de tais formações (Padrões de qualidade da formação inicial de professores); que poderá assegurar a formação de professores com a qualidade exigida.

Na literatura consultada, encontramos muitas opiniões e propostas de diversos especialistas que revelam preocupação em articular aspectos relevantes das novas tendências da educação em ciência com os currículos de formação inicial de professores. Ainda que se verifique alguma coexistência nas propostas curriculares, não queremos deixar de referir as que nos pareceram mais pertinentes.

Trindade (1996c), entende a formação de professores “como o conjunto de acções e meios utilizados para promover o desenvolvimento pessoal dos alunos ... no que respeita às estruturas cognitivas, às socio-afectivas e à consciência moral e axiológica (*saber ser*), bem como às aquisições do *saber* e do *saber fazer*” (p. 76).

Pereira e Santiago (1999) afirmam que, de um modo geral, o currículo de formação de professores “é mais representado como um instrumento de desenvolvimento intelectual e menos como um instrumento de desenvolvimento pessoal e social” (p. 53). Consideram necessário contrariar esta tendência, através da criação de currículos que incluam, não só uma componente científica e/ou tecnológica, mas também uma componente de desenvolvimento pessoal e social e de formação para a cidadania. “Se é inquestionável que o

perfil de saída dos alunos [futuros professores] deve integrar competências técnicas e científicas numa determinada área ou disciplina, não deve ser ignorado que os alunos são também testemunhas de valores científicos, intelectuais, morais, sociais e culturais durante a sua inserção profissional” (Pereira e Santiago, 1999, p. 49). Pensar a formação inicial de professores, numa perspectiva de educação para a cidadania, pressupõe estruturar a formação, de modo a incluir conteúdos que, não sendo tão académicos, criem contextos favoráveis a uma abordagem perspectivada para a cidadania.

Na opinião de Martins (2003b), as actuais orientações curriculares para o ensino das ciências lançam três importantes desafios à formação inicial de professores:

- 1- Inclusão de disciplinas de ciências que ultrapassem a fronteira do saber específico, permitindo a abordagem das relações da ciência com a tecnologia e a sociedade.
- 2- Diversificação dos modelos de ensino utilizados (geralmente confinados ao ensino tradicional transmissivo), envolvendo os alunos em projectos de investigação, resolução de problemas e actividades experimentais, que promovam a criatividade, o pensamento crítico e a capacidade de aprender a aprender.
- 3- Concepção e validação de estratégias e recursos didácticos que apoiem os professores e facilitem a aprendizagem dos alunos, contribuindo para a formação de agentes críticos e inovadores.

Santos (1994a) considera que uma formação de professores, tendo em vista a alfabetização científica e tecnológica, deve contemplar três aspectos: a) a interligação entre o papel do aluno e o papel do cidadão; b) a inclusão de perspectivas de tomada de decisão, no processo educativo; c) formas de (re)aproximação entre o conhecimento científico e o conhecimento quotidiano, através de “formas de ‘tradução’ de conhecimentos científicos (disciplinares ou não), do contexto da sua produção e sistematização para o contexto da sua utilização numa sociedade decisiva (porque democrática)” (p. 15).

Fernandes (2000) estabelece quatro princípios que, na sua opinião, devem ser seguidos na formação de professores de ciências:

- 1 - A utilização de metodologias dialógicas, participativas e investigativas, fundamentadas psicologicamente em princípios construtivistas e sociologicamente em pressupostos sócio-culturalmente contextualizados.
- 2 - A leccionação dos conteúdos de formação deve realizar-se, tendo por base uma estrutura temática inter/transdisciplinar, inter/transdimensional e inter/transcultural. Cada tema deve integrar os contributos de várias ciências e disciplinas, bem como outras dimensões pertinentes para uma abordagem global e sistémica do mesmo.
- 3 - A existência de tempos e de espaços para praticar a teoria. Praticar e questionar a teoria constituem premissas fundamentais para teorizar e problematizar a prática educativa, bem como para o desenvolvimento de competências, atitudes e comportamentos cientificamente fundamentados.
- 4 - A avaliação de conhecimentos e de competências deve constituir pretexto privilegiado para a realização de estudos/investigações pertinentes à prática docente. A avaliação deve centrar-se em competências, bem como na aplicação de conhecimentos relevantes para a prática pedagógica presente ou para a futura.

Para Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (2000), a formação de professores de ciências deve prosseguir um currículo que promova competências em três níveis:

- 1 - Conhecimento aprofundado da disciplina. Inclui o conhecimento dos seus objectivos, problemas, leis e teorias, a sua história, a metodologia científica, a sua epistemologia e as interacções ciência-tecnologia-sociedade associadas à sua construção.
- 2 - Conhecimento sobre a aprendizagem das ciências. Pressupõe o conhecimento da psicologia e da sociologia do adolescente e ainda o saber detectar, analisar e interpretar as concepções dos alunos, para orientar a sua aprendizagem, atendendo aos possíveis obstáculos que impedem a construção do conhecimento científico e o estabelecimento de possíveis itinerários para ultrapassá-los.
- 3 - Conhecimento sobre gestão de conteúdos. Deve possuir critérios para a selecção e sequenciação dos conteúdos de ensino; saber formular, a partir dos

objectivos e conteúdos, uma série de meta-conhecimentos, um conjunto de procedimentos gerais e uma série de valores básicos que sirvam de referencial ao processo de ensino/aprendizagem; fazer a articulação dos conteúdos entre conhecimentos provenientes das disciplinas científicas e problemas relevantes e interessantes para os alunos.

Huerta Amezola *et al.* (2002) propõem um modelo de formação de competências profissionais integrais, estruturado em três níveis, as competências básicas, as genéricas e as específicas. As *competências básicas* correspondem às capacidades intelectuais indispensáveis para a aprendizagem de uma profissão e incluem competências cognitivas, técnicas e metodológicas, muitas das quais adquiridas nos níveis educativos anteriores à formação (por exemplo o uso adequado das linguagens oral, escrita e matemática). As *competências genéricas* são a base comum da profissão, referindo-se às situações concretas da prática profissional que requerem respostas complexas. Por último, as *competências específicas* são a base particular do exercício profissional e estão vinculadas a condições específicas de execução.

Na perspectiva de Roldão (2001), a formação de professores deve seguir alguns princípios norteadores: a) apetrechar os professores com *saberes de referência* sólidos, no plano científico-profissional; b) apetrechar os professores com *competências para ensinar*, contextualizadas na acção profissional; c) apetrechar os professores com *competências de produção articulada de conhecimento profissional*, gerado na acção e na reflexão sobre a acção, questionante e questionável.

1 – FORMAÇÃO E CULTURA CIENTÍFICA

As sociedades modernas exigem a qualquer cidadão uma cultura geral, pois como sublinha Schwartz (1993, citado em Delors, 1996) um espírito verdadeiramente formado,

hoje em dia, tem necessidade de uma cultura geral vasta e da possibilidade de trabalhar em profundidade determinado número de assuntos. Segundo Landsheere (1996), “esta cultura deve impregnar toda a educação, toda a formação, para, por um lado, impedir uma visão tecnicista e, por outro lado, permitir um espírito de abertura a um mundo novo caracterizado pela flexibilidade e pela polivalência em crescimento continuado” (p. 87).

Assim, exige-se do professor um elevado nível de conhecimentos e uma competência especializada que deve ser obtida no quadro de uma formação profissional de elevado nível científico (Teodoro, 1994). O nível científico não deve ser entendido apenas na dimensão substantiva do conhecimento, que diz respeito à ciência, enquanto corpo de conhecimentos (factos, princípios, conceitos, teorias e paradigmas), criando condições para a reprodução do conhecimento. A formação científica deve incluir a dimensão sintáctica que diz respeito à ciência, enquanto processo e metodologia, através da qual se constrói o conhecimento. São estas duas dimensões da ciência que permitem ao futuro professor conhecer melhor o carácter dinâmico e evolutivo das disciplinas que irá ensinar. A natureza reflexiva, característica da investigação científica, confere valor acrescentado a estas dimensões da ciência, pondo em causa uma lógica que, de uma forma mais ou menos evidente, tem dominado na formação de professores, segundo a qual um professor será tanto melhor, quanto mais conhecimentos possuir da sua área de especialização (Serrano e Martins, 1997).

Contudo, por maior que seja o grau de especialização da formação profissional, o professor deve ser detentor de um elevado nível de “cultura geral” que assegure a abertura a outras áreas de saber, para além da sua área de especialização, com as quais se estabelecem relações que contribuem para o desenvolvimento da cultura geral (Milaret, 1981). Esta cultura geral tem subjacente uma cultura científica bem assimilada e o desenvolvimento de atitudes críticas que permitem questionar os fenómenos naturais e sociais e, ao mesmo tempo, legitimar as acções. Permite ter ideias precisas nalguns domínios da actividade humana, ser capaz de transferir as atitudes intelectuais adquiridas para outros domínios do pensamento e ter a noção dos limites do seu conhecimento. Trata-se de uma cultura que se ocupa da tradução de conhecimentos científicos e do contexto da sua produção e sistematização para o contexto da sua utilização, mediante a problematização do quotidiano, a partir de diferentes abordagens disciplinares. É com esta cultura que os professores

aprendem a caminhar de um conhecimento científico para uma cognição prática, de uma forma sistemática e integradora.

Numerosas investigações sobre concepções dos professores, dão conta que existe entre estes um défice de cultura científica. Muitos professores dominam conceitos e princípios básicos das diferentes disciplinas científicas do curso, mas desconhecem, na sua grande maioria, aspectos da construção da ciência, ignoram as inter-relações entre ciência e tecnologia e o impacto destas na sociedade e desconhecem, ainda, a influência da sociedade nos objectos de estudo da ciência e tecnologia.

O défice de cultura científica conduz, por um lado, à necessidade de “reconsiderar a base epistemológica do currículo de ciências, à luz das visões actuais da filosofia e sociologia da ciência e de uma maior consideração das questões filosóficas nos programas de formação de professores” (Praia, 1995, p. 7); e, por outro lado, à necessidade de olhar o currículo de formação de professores de um outro ângulo e com outra profundidade e pensar nos conteúdos científicos, no quadro de um paradigma interdisciplinar e transdisciplinar, gerador de espaços curriculares, onde as abordagens disciplinares confluem e se possa criar conhecimento interdisciplinar. A este propósito, Martins (2002b), sublinha que nas actuais matrizes curriculares dos modelos de formação de professores, faltam disciplinas de ciências de espectro largo, que permitam aos futuros professores compreender a interacção de diferentes saberes; faltam, ainda, o trabalho com diferentes fontes de informação e, conseqüentemente, o desenvolvimento de competências para utilizá-las. Por conseguinte, neste sentido, devem ser criados currículos de formação de professores de ciências que “reclamem superação de entrincheiramentos disciplinares e apelem à colaboração de especialistas com formações diversificadas” (Pedrosa, 2001, p. 492) e à construção de percursos investigativos, partilhados nas diferentes etapas do seu desenvolvimento por várias disciplinas.

Desde há muito que teóricos e investigadores da educação em ciência vêm reclamando a necessidade de valorizar as dimensões história e epistemológica, nos currículos de formação de professores de ciências. Encontramos na literatura numerosos argumentos que reforçam a importância destas duas dimensões, na formação científica dos professores. Por exemplo, Lakatos (1983) considera que a filosofia da ciência sem a história da ciência é

vazia; e que a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega. Scheffler (1973, citado em Santos, 1991a), afirma que, “para se ser um cientista apto não é necessário o envolvimento em argumentos da filosofia da ciência, mas que tal é necessário aos professores de ciências” (p. 38). Shayer e Adey (1986) compartilham desta ideia e sustentam que o professor de ciências necessita ter uma visão da ciência que é mais a do filósofo da ciência do que a do cientista profissional. Também Bonito (2001), opina que, “sem conhecer a Filosofia da Ciência (Epistemologia), corremos o risco de não sabermos que tipo de Ciência ensinamos e, como tal, não conhecermos os melhores métodos para promover a sua aprendizagem com qualidade” (p. 35). Malaquias e Thomaz (1991) concluem que a história da ciência proporciona “uma visão mais rica e verdadeira da natureza da própria ciência, acrescentando uma dimensão crítica à educação científica e apresentando a ciência como parte de uma herança cultural alargada” (p. 225).

Para Praia (1995), a história e a epistemologia das ciências constituem dimensões fundamentais na formação de professores, porque são “elementos capazes de gerar mudanças nas atitudes dos professores de ciências” (p. 32). Este autor aponta quatro razões que justificam a importância e exigência de uma fundamentação epistemológica, na formação de professores de ciências:

- 1 - As possíveis articulações e conexões que é necessário que o professor estabeleça e realize, entre o método de ensino de uma ciência e o processo de produção do conhecimento dessa ciência.
- 2 - A relação entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico, traduzido em actos didácticos que tenham em conta as especificidades daqueles dois tipos de conhecimento.
- 3 - A necessidade de uma reorientação didáctica de pendor racionalista e construtivista, que marque a mudança de direcção implícita nas “novas” correntes e teses da filosofia da ciência.
- 4 - A necessidade de tirar partido do poder heurístico da ciência, no apoio à ultrapassagem de obstáculos ao pensamento científico, pelos alunos, utilizando o passado histórico da ciência. (pp. 20-21)

Em 1970 Elkana (citado em Santos, 1991b) afirmava que apesar de um número crescente de livros e artigos tratando de assuntos sobre filosofia da ciência, os professores de

ciências permaneciam surpreendentemente pouco informados sobre estes assuntos, estando as suas convicções vinte a trinta anos atrasadas relativamente aos desenvolvimentos contemporâneos. Em plena era de pós-modernidade verifica-se uma precária utilização da história e da epistemologia da ciência pelos professores (Praia, 1995), para além de que a visão empirista/indutivista da ciência e do seu método continua a ser amplamente projectada pela escola, quer através das práticas lectivas de muitos professores, quer dos manuais escolares que transmitem e divulgam constantemente esta imagem simplificada e deformada da ciência, geralmente fruto de posições epistemológicas implícitas e não conscientes. Esta situação deve-se, muito provavelmente à ausência de formação adequada nesta área, pois a maioria dos professores de ciência é o produto de um sistema de formação que privilegia o conhecimento científico e praticamente ignora a história e epistemologia da ciência.

Estabelecido o consenso sobre a necessidade da história e da epistemologia nos currículos de formação de professores de ciências, surgem algumas divergências quanto ao modo como estas dimensões devem integrar o currículo. Alguns autores defendem que os temas de história e epistemologia da ciência devem ser abordados numa disciplina específica; outros consideram que a Didáctica das Ciências é o melhor espaço para o fazer, porque estes devem estar relacionados com a própria prática docente, ou seja, devem ser abordados desde a perspectiva do ensino e aprendizagem das ciências, para que adquiram sentido prático para o professor.

2 – NATUREZA DA FORMAÇÃO

Para Duschl (1997), os professores de ciências, que estão a educar os cidadãos do século XXI, têm de responder a dois importantes desafios levantados pelo rápido desenvolvimento científico e tecnológico: a) têm de se manter actualizados, para poderem tomar decisões sensatas e informadas; b) têm de fazer da mudança o objectivo do ensino das

ciências, de modo a reflectir a natureza racional da ciência perante a mudança. A escola tem de preparar os jovens para a vida activa em permanente e acelerada mudança. Estar consciente das mudanças profundas e sucessivas que se operam no nosso tempo e saber equacioná-las na prática pedagógica é uma das condições do “ser” professor deste princípio de milénio (Paixão, 1995).

O conhecimento profissional tem de ser um conhecimento multidimensional resultante de diversos saberes proposicionais, mas que, na sua natureza, tem de ser aberto, dinâmico e flexível, para poder dar resposta a múltiplas e diversificadas situações. Os professores devem construir um património de diversos conhecimentos e competências, em vez de se limitarem à mera retenção, transmissão e reprodução acríticas de conhecimentos científicos pouco reflectidos, articulados e/ou aplicados. A formação de professores deve formar profissionais com elevado nível de cultura científica, com capacidade de analisar cada situação em todas as suas dimensões e de situar os fenómenos, tanto sociais como científicos, em relação quer a uma situação histórica, quer a um progresso científico ou tecnológico, quer a um contexto económico ou político.

Os novos currículos introduziram mudanças significativas, ao nível do desenvolvimento curricular. Este deixou de ser uma tarefa prescritiva para ser uma tarefa investigativa e o professor deixou de ser um instrutor para ser um crítico (Hernández e Sancho, 1994). Por conseguinte, impõe-se o estabelecimento de novas linhas orientadoras para as políticas, organização e práticas de formação. Tão importante como saber as competências que devem ter os novos professores é saber como é que eles as podem adquirir.

O construtivismo é uma corrente psicológica que considera o conhecimento como uma construção humana alicerçada na interacção entre o pensamento e a acção, entre a teoria e a experiência, sendo, ainda, o marco conceptual que permite compreender a construção da ciência, a aprendizagem da ciência e a tomada de decisões sobre o ensino das ciências. Consequentemente, toda a formação de professores deve assentar em princípios construtivistas e práticas reflexivas e investigativas.

2.1 – A reflexão e a Investigação como Estratégias de Formação

Uma das questões que se coloca na formação inicial de professores é a de saber se esta visa, antes de mais, a integração no sistema educativo existente, ou se visa a formação de professores que possam contribuir activamente para a mudança desse sistema. Por um lado, a formação tem de preparar professores adaptados à realidade existente nas escolas, mas, por outro, se não preparar professores para a mudança educativa e social, assume-se como mais uma força conservadora, complacente com os problemas existentes.

As investigações realizadas sobre os processos de reforma curricular têm evidenciado que a adesão a propostas inovadoras é baixa. Assim, para que os professores se apropriem dos resultados da investigação didáctica e assumam as propostas curriculares que daí derivam, é necessário a implicação na investigação dos problemas de ensino/aprendizagem das ciências, que se apresentam na sua actividade docente. Através de estratégias de investigação e reflexão, é possível promover a participação na reconstrução e apropriação desses conhecimentos.

Porém, para que a investigação passe a ser devidamente valorizada e a exercer uma influência efectiva na acção educativa, a formação de professores tem de promover a aproximação de duas culturas, a “cultura de investigação” e a “cultura de acção”. Por conseguinte, a grande aposta da formação de professores deverá ser no desenvolvimento de capacidades e atitudes de análise crítica, de inovação e de investigação pedagógica, tendo a reflexão e a investigação como estratégias de formação. Não se pode esperar que os professores reflectam sobre os problemas da sua prática profissional, se envolvam em projectos e mostrem abertura à inovação, se não possuírem capacidades de reflexão e investigação.

As estratégias de formação centradas na investigação e reflexão, para além de se fundamentarem num conjunto de pressupostos que unem diferentes autores em largos consensos, apoiam-se ainda em resultados de alguns trabalhos de investigação.

O paradigma do “professor reflexivo”, um dos que reúne maior consenso entre os especialistas da educação (Schön, 1992, 1997; Wallace, 1991; Alarcão, 1996, 2001; Nóvoa, 1997; Zeichner, 1986, 1993; Pérez Gómez, 1997; Sá-Chaves, 1997), concebe o professor como “um sujeito reflexivo, que possui concepções, emite juízos, toma decisões e gera rotinas e conhecimento prático próprias do seu desenvolvimento profissional” (Mellado

Jiménez e González Bravo, 2000, p. 537). Esta forma de encarar o ensino e a profissão docente, com origem em Dewey, implica que os professores sejam capazes de interpretar as acções que implementam na sala de aula e de justificar as decisões que tomam, a partir do desenvolvimento de atitudes/capacidades de reflexão, na e sobre a acção que desenvolvem.

Na literatura actual sobre a formação de professores, são numerosas as descrições sobre o pensamento reflexivo como algo crucial para o desenvolvimento da autonomia profissional dos professores, sendo condição essencial para evitar a colagem a modelos de referência. Neste sentido, considera-se fundamental promover experiências formativas capazes de desenvolver nos professores competências de investigação e análise crítica, que lhes permitam consciencializar as intenções da sua acção e, desta forma contrariar a tendência de adopção de práticas profissionais rotineiras e acríticas. A formação reflexiva de professores promove “o desenvolvimento de uma reflexão pessoal e profissional e os instrumentos para a prática de uma (auto)formação participada” (Nóvoa, 1991, p. 123), contribuindo para a formação de professores que sejam pensadores do seu próprio ensino e elementos activos da sua própria profissionalidade (Stenhouse, 1984; Blanco e Pacheco, 1991).

Nas palavras de Zeichner (1993), a prática reflexiva é a capacidade de cada um criticar e desenvolver as suas teorias sobre a prática, ao reflectir sozinho ou em grupo, na acção, sobre a acção e sobre as condições que modelam a experiência. O professor reflexivo distingue-se pela autonomia intelectual, pelo espírito crítico, pela atitude de permanente questionamento da informação e pela interrogação constante sobre seu papel e a sua acção. Enquanto que na prática pedagógica não reflexiva (rotineira), a acção do professor é guiada sobretudo pelo impulso, tradição e autoridade, na prática pedagógica reflexiva, o professor avalia e ajusta progressivamente as suas decisões e actuações, em função dos seus conhecimentos e experiências, de forma crítica e fundamentada.

Zeichner (1993) vai mais longe e considera que é fundamental conjugar a reflexão e a investigação das situações concretas da prática, num ambiente onde as relações colaborativas são perspectivadas como facilitadoras do confronto de saberes que facilitam a mudança/reestruturação do conhecimento profissional dos professores. No contexto actual, a formação de natureza reflexiva e investigativa afiguram-se como as melhores estratégias formacionais para fazer face às exigências actuais do exercício consciente e competente da

função docente, porque facultam o desenvolvimento de competências e atitudes de questionamento, facilitam a compreensão do ensino, aperfeiçoam as capacidades de raciocínio e consciencialização, melhoram os processos de resolução de problemas e contribuem para uma maior flexibilidade e abertura à mudança. Neste sentido, é importante que os saberes adquiridos na formação inicial sejam orientados para questões da investigação actual. O contacto com a investigação, tanto no domínio das ciências da especialidade, como no domínio das Ciências da Educação, é essencial para o jovem professor compreender a natureza, as problemáticas, os métodos e o valor da produção do conhecimento nestes domínios, contribuindo para uma atitude investigativa, de abertura à reflexão e ao permanente aprofundar do seu próprio conhecimento.

A formação baseada nos pressupostos da racionalidade crítica contribui para o desenvolvimento de competências, de atitudes e de comportamentos que possibilitam uma permanente contextualização da actividade docente e fornece meios aprofundados de análise e reflexão, que permitem a assimilação e compreensão de saberes cientificamente fundamentados. Como sublinha Roldão (1999), a formação em contexto e a reflexão/teorização da acção têm de constituir um eixo estruturador da organização e criação do saber docente; e a interacção entre o saber estruturante e as práticas deve promover o desenvolvimento de um profissional reflexivo.

O currículo escolar é recriado pelo professor, de acordo com um referencial conceptual constituído pelos saberes explícitos e implícitos, adquiridos na formação inicial, e pelos saberes resultantes de experiências pessoais, desenvolvidas ao longo da vida. Por outro lado, as concepções que os professores possuem sobre a ciência influenciam o ensino-aprendizagem das ciências e têm um papel determinante “na construção de uma imagem de ciência que os alunos, futuros cidadãos, irão veicular” (Praia, 1996, p. 107). Por isso, exige-se dos professores competências que possibilitem o desenvolvimento sistemático e reflexivo do currículo.

Para desenvolver estas competências, é necessário envolver os professores em actividades de reflexão epistemológica que não só promovam uma melhor compreensão da natureza da ciência e do desenvolvimento do conhecimento científico, mas que também promovam uma consciencialização crescente das suas concepções epistemológicas. É neste sentido que Pombo (1987, citado em Praia, 1995) refere a necessidade criar um espaço em

que o professor possa contactar com as principais concepções de ciência, discuti-las e confrontá-las e aprofundar as suas próprias concepções, daí retirando indicações quanto aos métodos e procedimentos a adoptar no seu ensino.

A reflexão epistemológica é fundamental, para que os professores desenvolvam uma visão filosófica e sociologicamente mais rica sobre a ciência e o trabalho científico. Tendo em conta que filósofos contemporâneos, como Popper, Lakatos, Kuhn, Feyerabend e Toulmin, entre outros, enquadrados no paradigma da “Nova Filosofia da Ciência”, apresentam posições epistemológicas divergentes quanto à natureza da ciência e ao seu desenvolvimento, os professores têm de conhecer os principais contributos provenientes das diferentes perspectivas filosófica, histórica e sociológica e têm de reflectir criticamente sobre estas. Nesta perspectiva, não basta uma formação académica em áreas de especialização. Segundo afirmam Pereira e Santiago (1999), a formação de professores tem de ir,

para além da aquisição de conhecimentos e competências imediatamente utilizáveis no meio, para se perspectivar, igualmente, nos planos da construção de capacidade de reflexão e de acção e de um sistema de representações críticas a propósito da utilização dos saberes científicos e tecnológicos no mundo físico, social e cultural. (p. 49)

O currículo enciclopédico da formação de especialistas deve, na opinião de Trindade (1996b), ser substituído por um currículo profissionalizante, em que os alunos possam reflectir não só sobre as questões que os conteúdos levantam, mas também sobre as suas próprias práticas. Esta reflexão ajuda na clarificação do pensamento (Pope e Scott, 1988), constituindo um primeiro passo para gerar nos próprios professores concepções e práticas mais adequadas (Gil Pérez, 1993; Hewson, 1993). Efectivamente, a reflexão tem um papel determinante, pois “quanto mais o professor estiver consciente das suas acções e das realidades que as condicionam, maior é a possibilidade de ele ser capaz de controlar e de mudar essas acções e os seus constrangimentos” (Zeichener, 1983, p. 371).

Praia (1996) considera que a ausência de reflexão epistemológica consciente tem levado a que sejam, sobretudo, os manuais escolares, os materiais curriculares e a pedagogia geral do professor a determinar as orientações metodológico-didácticas do ensino praticado. E acrescenta que “os professores não reflectem sobre a Ciência e actuam sobretudo devido ao treino e não por compreenderem, quer a sua natureza quer os objectivos do seu ensino” (p. 35). Damião (1997), refere, ainda, que a ausência de reflexão na formação tem provocado em muitos jovens professores o sentimento “de que estão pouco preparados para a sua

profissão: passaram por um curso que lhes proporcionou certos conhecimentos e aptidões (percepcionados como dispersos) que têm dificuldade em articular e utilizar em situações reais” (p. 109).

Hoje, o professor competente já não é aquele que possui o conhecimento e sabe responder a todas as questões que os alunos possam levantar, mas sim aquele que melhor se adapta à diversidade e ao inesperado, porque aprendeu a lidar com situações que são complexas, incertas e cheias de dilemas. Assim, o grande repto que a formação reflexiva de professores coloca é a de “formar para o incerto e para o instável, formar para o dinâmico e para o imprevisível, formar para o desconhecido e para a capacidade de o afrontar” (Sá-Chaves, 1997, p. 111). Porque “as escolas de amanhã serão diferentes das que hoje existem, ... a formação de professores deveria constituir um dos mecanismos mais poderosos de mudança da prática educacional nas escolas” (Ribeiro, 1997, p. 79).

Os paradigmas do “professor investigador” e do “professor reflexivo” impõem-se contra o paradigma tecnicista da formação de professores que considera o professor um técnico que aplica conhecimentos adquiridos na teoria. Porque em educação cada situação é única, as perspectivas formativas de natureza tecnicista, sustentadas em situações uniformes, estáveis e por isso previsíveis, não funcionam, porque: os contextos em que se desenvolve a prática pedagógica variam de turma para turma e de escola para escola; os conteúdos a ensinar são dinâmicos; a ciência e a tecnologia desenvolvem-se; as sociedades evoluem; as Ciências da Educação progridem. Todas estas mudanças exigem formação permanente e capacidade de adaptação a cada contexto específico, requerendo uma formação que tenha, como eixos metodológicos, a investigação, a reflexão e a auto-aprendizagem.

A formação reflexiva é, antes de mais, uma “formação profissional contextualizada” (Sá-Chaves, 1997) que tem como objectivo promover mecanismos de desenvolvimento pessoal e profissional, que conduzam a situações formativas contextualizadas. É neste sentido que Sá-Chaves (1997), afirma que cada professor tem de possuir “competências que, conjugando saberes referenciais e conhecimento da situação em causa, lhe permitam responder à multi e indeterminação contextual numa perspectiva de elaboração de soluções ... mais ajustadas aos constrangimentos de cada circunstância” (p. 111). Os professores têm de ser capazes de partir de problemas locais e dar resposta a interesses reais dos alunos,

sendo necessário possuírem flexibilidade suficiente que lhes permita adaptarem os seus quadros de pensamento e acção, sempre que as condições assim o exigirem.

Sendo o ensino das ciências “um acto complexo que requer reflexão contínua sobre conhecimentos, capacidades e estratégias eficazes de ensino” (Dana *et al.*, 1998, p. 121), os professores têm de dispor de conhecimentos, capacidades e atitudes que lhes permitam analisar as implicações da sua acção, mediante uma postura prospectiva, interactiva e retrospectiva, para depois tomar decisões sobre o quê e como ensinar, de maneira crítica e reflexiva (Hernández e Sancho, 1994).

Sá-Chaves (1997) defende a reflexão como estratégia na formação de professores, “aposta na auto-implicação de cada sujeito nos esforços individuais de crescimento e nas estratégias de partilha solidária”, argumenta que a reflexão “se nutre do efeito multiplicador que a diversidade e a pluralidade de estratégias, modelos, situações e perspectivas têm o poder de gerar”, considera que o fundamental não é a “dimensão substantiva do conhecimento ... mas a descoberta dessa dimensão nova de *não saber*, da impossibilidade de saber tudo, ... e que, em vez de fragilizar esse mesmo saber profissional, o fortalece” (p. 114).

Calderhead e Gates (1993, citados em Dana *et al.*, 1998) reconhecem diversas vantagens na formação reflexiva de professores: a) desenvolve competências de análise, discussão, avaliação e metodologias de ensino analíticas; b) promove a responsabilidade e a autonomia do professor; c) fomenta a avaliação de questões morais e éticas implícitas nas práticas e o exame crítico de convicções; d) incrementa o desenvolvimento de teorias sobre compreensão e prática educacionais, oferecendo uma base fundamentada para o trabalho e tomada de decisões. Delors (1996) sublinha que, “dada a importância da investigação na melhoria do ensino e da pedagogia, a formação de professores devia incluir uma forte componente de formação para a investigação” (p. 140). Esta componente permite desenvolver nos professores as capacidades investigativas aplicadas à prática pedagógica, consciencializando-os de que a investigação está ao alcance de qualquer professor e não só de investigadores profissionais (Jorge e Oliveira, 1987).

McIntyre (1980) defende que a investigação interpretativa, apesar de importante, é insuficiente, pois é necessário realizar investigação em acção que proporcione informação adequada sobre as consequências de determinadas opções estratégicas. Schön (1992) fala da reflexão na acção e sobre a acção e na sua importância como estratégia formacional que visa

a teorização da prática, ou seja, a utilização do conhecimento pessoal prático, para descrever e justificar a acção.

Formar professores no paradigma da investigação “não se trata de fazer do professor um investigador, mas de lhe fornecer os instrumentos metodológicos essenciais para introduzir na sua prática pedagógica quotidiana a atitude e o hábito da questionação permanente e metódica da sua actividade educativa” (Patrício, 1987, p. 30). Como refere Canário (2001), o professor tem de ser um “analista simbólico”, capaz de “equacionar e ‘construir’ problemas, no terreno da prática, marcada pela incerteza e complexidade” (p. 44). Ser professor investigador é “ter uma atitude de estar na profissão como intelectual que criticamente questiona e se questiona” (Alarcão, 2001, p. 25).

O paradigma da investigação-acção possibilita que cada professor confronte o valor das teorias em que se inspira com a eficácia da sua acção, permitindo, deste modo, superar as lacunas existentes entre a investigação educativa e a prática docente intuitiva. Trata-se de uma estratégia de formação reflexiva que exige auto-implicação e é determinada por uma “ecologia circunstancial” (Sá-Chaves, 1997). Apoia-se numa permanente dinâmica entre teoria e prática e utiliza a prática pedagógica, como “elemento de análise e reflexão” (Marcelo García, 1992a, p. 53).

Com efeito, o professor investigativo é aquele que faz da sala de aula objecto de estudo e que se envolve na concepção, implementação e avaliação de actividades de ensino/aprendizagem, emergentes de problemas relevantes. Este professor procura compreender as práticas através da reflexão e, à medida que surgem problemas, estabelece hipóteses de acção que são postas em prática; e, a partir dos resultados, coloca novos problemas, implicando uma permanente acção reflexiva sobre os problemas, hipóteses e resultados, no sentido de melhorar a prática educativa.

Na opinião de Landsheere (1996), “o professor, além de dever ser um consumidor dos contributos da investigação em educação, deve também tornar-se, ele mesmo, um investigador” (p. 91), fazendo da investigação-acção a metodologia utilizada na prática quotidiana. Como agente de inovação, o professor deve ser preparado, não para ser um mero executante de uma política educativa determinada, mas um participante efectivo na definição e execução dessa política e deve assumir uma atitude “inquiridora e reflexiva da sua intervenção” (Canário, 2001, p. 33), numa acção estratégica, aberta a uma contínua revisão e crítica. Neste sentido, o paradigma da investigação é também de inovação, pois estas duas

dimensões caminham lado a lado e potenciam-se mutuamente. A investigação pressupõe e induz uma atitude crítica, em relação às actividades educativas e à estrutura e eficácia do sistema educativo, sendo essa atitude o primeiro passo para a inovação de tais actividades e estruturas. Contudo, esta inovação não pode estar fundada na intuição e no bom senso, mas sim numa prática investigativa.

Na opinião de Moreira e Alarcão (1997), a investigação-acção, enquanto estratégia de formação e desenvolvimento profissional, fundamenta-se em três pressupostos, reflexão, avaliação e desenvolvimento: reflexão sobre uma situação social (educativa); avaliação da situação, com vista à tomada de decisões; e desenvolvimento, no sentido de mudar e melhorar a sua intervenção.

Estrela *et al.* (2002) apresentam cinco valências do uso da investigação, como estratégia de formação: a) desenvolve uma atitude científica; b) promove a capacidade de observação rigorosa do real; c) desenvolve a análise crítica perante os dados observados, promovendo a comparação entre o desejado e o percebido; d) fomenta uma atitude de rigor e exigência, perante as actividades de ensino; e) torna o professor mais crítico relativamente a propostas administrativas e mais flexível para desenhar intervenções adequadas ao contexto onde actua.

Alarcão (2001) assinala quatro condições fundamentais para o desenvolvimento das competências de investigação: 1) a existência de uma disciplina de Investigação em Educação que forneça uma base teórico-prática sólida e diversificada; 2) que a investigação seja assumida como uma componente curricular transversal, com visibilidade no âmbito das várias disciplinas, concretizada num projecto de formação global e coerente; 3) o envolvimento dos estudantes em projectos de investigação em curso na instituição de formação; 4) promover o desenvolvimento das capacidades de questionamento e auto-reflexão, fundamentais para a construção do conhecimento e para o regulamento do funcionamento do curso. Canário (2002) reconhece alguns obstáculos na satisfação das três últimas condições. Num sistema de formação constituído por um somatório de disciplinas compartimentadas por áreas, muito dificilmente se poderão desenvolver projectos de investigação transdisciplinares. Por outro lado, a cultura investigativa existente nas instituições de formação está mais virada para questões de progressão na carreira do que para o ensino, para além de escassearem os recursos (bibliotecas laboratórios, equipamento

informático) necessários a uma investigação massiva. Por último, também não será fácil promover um questionamento crítico permanente, em contextos marcados por metodologias de ensino transmissivas e em que o défice de mecanismos de regulação interna constituem um obstáculo à integração da auto-análise e valorização das experiências dos alunos, no funcionamento quotidiano dos cursos.

Tem vindo a constatar-se que a investigação e a reflexão constituem duas ideias presentes no discurso da formação. Contudo, quando se passa ao registo das práticas de formação promotoras desse desenvolvimento, verifica-se a sua quase total ausência. O actual quadro em vigor para a formação inicial de professores não garante uma formação centrada na reflexão e investigação, em parte por causa do privilégio que as instituições de formação continuam a conceder à transmissão passiva de saberes, geralmente desligados da especificidade que um curso de ensino requer. A este propósito, Estrela *et al.* (2002) referem que, por vezes, a preocupação com o professor reflexivo e investigador surge apenas no período de estágio, sobretudo em instituições que estão a realizar investigação sobre práticas de supervisão. Apesar do número crescente de investigações que dão conta dos efeitos positivos de programas de formação orientados para o desenvolvimento de professores reflexivos e de professores investigadores, Estrela *et al.* (2002) salientam que são necessários estudos longitudinais que mostrem até que ponto tais disposições se mantêm nos sujeitos, a médio e a longo prazo.

III – O CONHECIMENTO PROFISSIONAL DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS

A investigação em Didáctica das Ciências, até cerca de 1960, centrou-se fundamentalmente nos problemas relativos ao aluno, ao ensino e à aprendizagem. Na década de 1970, houve um aumento significativo de interesse pelo professor e, a partir da segunda metade da década de 1980, desenvolveram-se numerosos estudos sobre o “conhecimento profissional” dos professores. Segundo Yinger (1986), a investigação da conduta e formação baseada em competências técnicas para o ensino foi dando lugar ao estudo do pensamento e formação baseada num processo construtivista, que coloca ênfase no que pensam e fazem os professores.

Por conhecimento profissional do professor entende-se “um saber ou conjunto de saberes, contextualizado por um sistema concreto de práticas escolares reflectindo as suas concepções, percepções, experiências pessoais, crenças, atitudes, expectativas, dilemas” (Pacheco, 1995b, p. 10). As concepções dos professores constituem, na actualidade, uma importante linha de investigação sobre o conhecimento profissional do professor – “paradigma do pensamento do professor” (Mellado Jiménez, 1996). Este paradigma, segundo Blanco e Pacheco (1991) aponta para uma conceptualização do professor baseada nos seguintes pressupostos: a) os professores são profissionais racionais que emitem juízos e tomam decisões, num contexto complexo e incerto; b) o comportamento do professor é guiado pelos seus pensamento, juízos e decisões; c) o professor é um profissional prático, construtivo e reflexivo.

Apesar da dispersão semântica, que caracteriza as investigações sobre o pensamento do professor, em que se utilizam termos como: crenças, imagens, atitudes, teorias implícitas, concepções e teorias pessoais; existe consenso ao considerar estas concepções como o factor que, com maior importância, determina a prática do professor (Marcelo Garcia, 1999), pois estão na base da actuação docente, orientando os pensamentos e as acções dos professores. Conforme afirmam Huber e Mandl (citados em Jimenez, 1988), servem aos professores o mesmo propósito que as teorias científicas aos investigadores.

Vários investigadores (Elbaz, 1988; Shulman, 1989; Schön, 1992; Blanco Nieto, Mellado Jiménez e Ruiz Macías, 1995; Mellado Jiménez, 1995, 1996) têm centrado os seus

esforços na investigação do pensamento e do conhecimento profissional do professor. Apesar das diferentes orientações teóricas e metodológicas, estes estudos sugerem que a formação docente ocorre de maneira contínua, iniciando-se nos cursos de formação (ou ainda antes) e prosseguindo durante todo o exercício profissional. A prática e as concepções pessoais são apontadas como elementos centrais, nos processos de aprendizagem e de desenvolvimento profissional docente.

Os investigadores têm identificado diversos tipos de conhecimentos que fundamentam a actuação dos professores, quando tomam decisões em diferentes situações de ensino. Também têm sido desenvolvidos estudos sobre a contribuição dos cursos de formação inicial, na aquisição do conhecimento profissional dos professores.

Shulman (1987, citado em Sá-Chaves, 1997) trouxe um importante contributo para o estudo dos conhecimentos que fundamentam a prática dos professores, ao elaborar uma semântica do conhecimento em que se fundamenta o ensino, constituída por sete categorias: a) conhecimento dos conteúdos (matérias a leccionar); b) conhecimento pedagógico geral (princípios e estratégias de gestão e organização da classe); c) conhecimento do currículo, dos materiais e dos programas; d) conhecimento pedagógico do conteúdo; e) conhecimento dos alunos, das suas características e dos seus processos de aprendizagem; f) conhecimento do contexto educativo (sala de aula, escola,...); g) conhecimento dos objectivos, metas e valores educacionais. A estas sete características acrescentamos uma outra, a que Elbaz (1988) se refere como a necessidade do professor possuir conhecimento sobre si próprio e do seu processo pessoal de aprendizagem profissional da docência. O reconhecimento e consciencialização destas características do conhecimento profissional do professor são fundamentais, para que cada sujeito possa identificar, conhecer e controlar conscientemente as múltiplas dimensões inerentes à acção pedagógica.

Alguns autores (Blanco Nieto *et al.*, 1995; Mellado Jiménez, 1995, 1996) explicam o conhecimento profissional do professor, através de uma estrutura com duas componentes interrelacionadas que designam por “estática” e “dinâmica” (Figura 8).

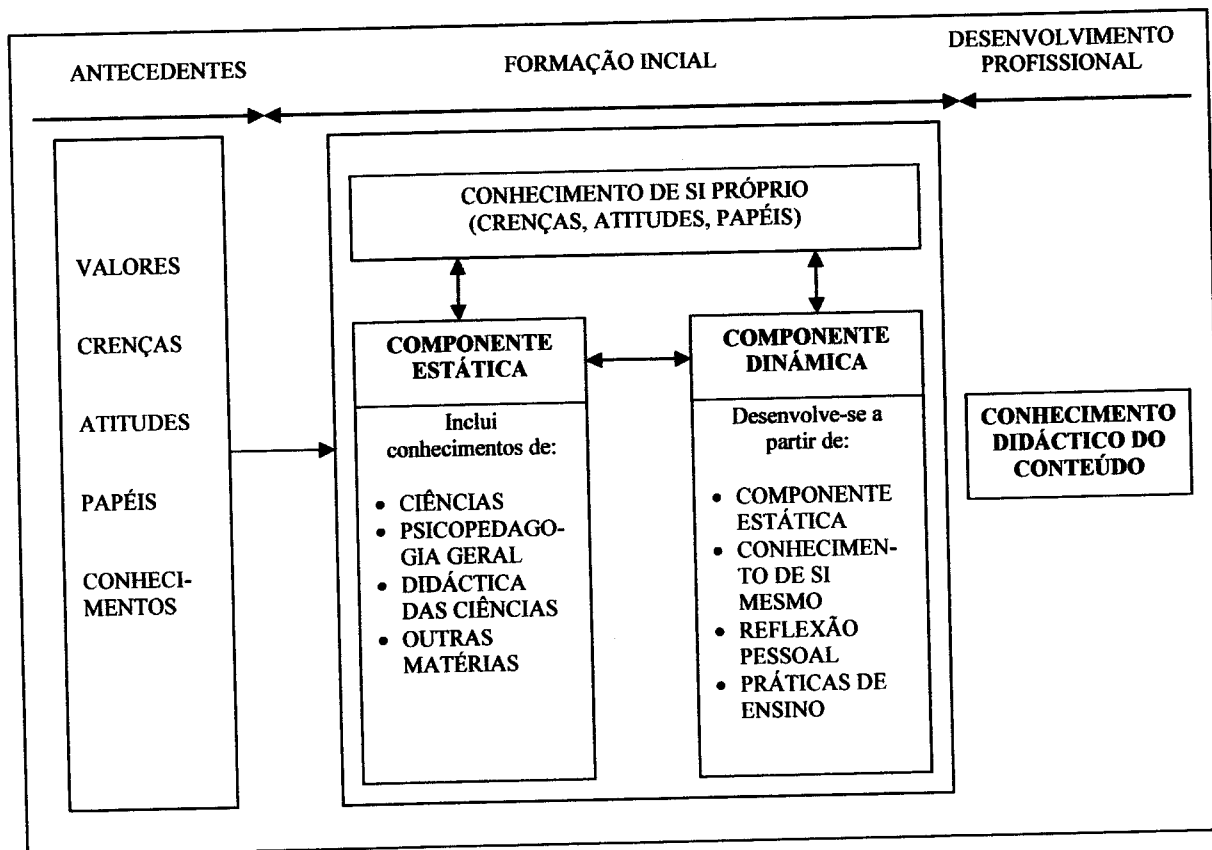


Figura 8. Componentes do conhecimento profissional do professor de ciências. Adaptado de Mellado Jiménez (1996).

A componente estática inclui conhecimento “proposicional, académico ou estático” que “é independente da pessoa concreta que ensina e do contexto específico onde se desenvolve a actividade docente” (Mellado Jiménez, 1996, p. 298). Este conhecimento, segundo Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (2001), apesar de fundamental, não é suficiente para que o professor em formação aprenda a ensinar ciências.

A componente dinâmica que inclui “conhecimento procedimental e esquemas estratégicos de acção” pressupõe reflexão sobre a prática pedagógica em contextos concretos, tendo por base os próprios conhecimentos, crenças e atitudes. Esta reflexão “permite ao professor reconsiderar o seu conhecimento estático e as suas concepções, modificando-os ou reafirmando-os” (Mellado Jiménez, 1996, p. 298).

A componente dinâmica vai-se desenvolvendo e consolidando no decurso do desenvolvimento profissional, originando o “conhecimento didáctico do conteúdo” (Shulman, 1986, 1993), constituído pelo repertório pessoal de modelos e estratégias de ensino/aprendizagem, através do qual os professores comunicam o conhecimento científico, tornando-o compreensível para aos alunos. Trata-se de um conhecimento específico sobre a

forma de ensinar o conteúdo, que se desenvolve a partir do conhecimento do conteúdo, do conhecimento psicopedagógico e das crenças e tradições, frequentemente implícitas, sobre a melhor maneira de ensinar e aprender, que vão influenciar as decisões sobre o tipo de prática lectiva a implementar. Neste sentido, o “conhecimento didáctico do conteúdo” pode ser entendido como um conhecimento prático e profissionalizado do conteúdo, do ensino e da aprendizagem (Porlán Ariza, Rivero García e Martín del Pozo, 1997), constituindo um pensamento docente de sentido comum, adquirido por formação ambiental durante a escolaridade, que sofre pouca influência na formação inicial, mas que tem grande influência na actuação futura do professor (Mellado Jiménez, 1998).

Dos vários tipos de conhecimentos identificados, o “conhecimento pedagógico do conteúdo” tem vindo a adquirir um interesse crescente nos estudos sobre pensamento do professor. Como sublinha Marcelo Garcia (1992),

a importância dada a este tipo de conhecimento deve-se ao fato de não ser um conhecimento que possa ser adquirido de forma mecânica ou linear; nem sequer pode ser ensinado nas instituições de formação de professores, uma vez que representa uma elaboração pessoal do professor ao confrontar-se com o processo de transformar em ensino o conteúdo aprendido durante o seu percurso formativo. (p. 57)

As investigações sobre o pensamento do professor têm revelado que o comportamento e as acções dos professores são fortemente influenciados e, por vezes, condicionados pelas suas concepções, atitudes e conhecimento profissional (Shulman, 1986, Hewson e Hewson, 1987; Anderson, 1989; Hernández e Sanches, 1994), condicionando as mudanças que se possam gerar nas suas concepções e práticas, em consequência de processos formativos (Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez, 2001). Com efeito, os professores não mudam facilmente as suas concepções e ainda menos as suas práticas (Mellado Jiménez, 2003). Enquanto que algumas dessas concepções podem funcionar como “ferramentas” para interpretar a realidade educativa, outras podem constituir verdadeiros obstáculos para determinado tipo de orientação educacional (Porlán Ariza et al, 1997).

Existe uma cadeia de sucessivos reforços nas concepções metodológicas e epistemológicas dos professores, adquiridas de diversos modos e em diferentes contextos desde a sua experiência como alunos, até à que adquirem na formação inicial. Como sublinha Formosinho (2001), “a docência é *uma profissão que se aprende desde que se entra na escola* pela observação do comportamento dos nossos professores” (p. 47). Por conseguinte, “todos os futuros professores têm no seu longo currículo discente uma

aprendizagem de que emergem teorias e representações acerca do que é ser professor” (Formosinho, 2001, p. 49).

Antes de iniciarem os cursos de formação inicial, os professores já possuem um sistema organizado de conhecimentos, crenças, valores e atitudes sobre a ciência, o ensino e a aprendizagem das ciências (Mellado Jiménez, 1996), que resultam das suas experiências como alunos (Gil Pérez, 1991; Gunstone, Slattery, Blair e Northfield, 1993; Caballero Sahelices, Garcia Melús, Meneses Villagra, Pardo Lomas e Preciado San Miguel, 1999).

Ao longo do seu percurso profissional, os professores adquirem novas concepções e reforçam outras. Na formação inicial, adquirem *concepções académicas* relacionadas com os conteúdos científicos, psicológicos, sociológicos, pedagógicos, epistemológicos e de didáctica (Mellado Jiménez, 1996). No seu percurso profissional, adquirem as *concepções experienciais*, algumas resultam de um processo de reflexão sobre a prática (Feiman-Nemser e Folden, 1989) e outras constituem-se como “rotinas e guiões de acção” (Porlán Ariza et al 1997) que são de grande utilidade para o professor, porque permitem uma actuação imediata perante o desconhecido. Muitas destas concepções correspondem a estereótipos sociais, frequentemente apoiados pela tradição (Porlán Ariza et al, 1997).

Estas concepções não só condicionam a imagem que os professores têm do ensino-aprendizagem e dos conteúdos, como também o seu pensamento profissional. Como resultam de experiências reiteradas no tempo, que se adquirem de forma não reflexiva e acrítica, convertem-se em verdadeiros obstáculos na construção do conhecimento profissional (Gil Pérez, 1994, Porlán Ariza, Rivero García e Martín del Pozo, 1998). Estes conhecimentos de natureza empírica, adquiridos de forma natural, assumem-se como concepções alternativas, portadoras de uma enorme carga afectiva, resistência, persistência e efeito regressivo (Santos, 1991a), que se encontram profundamente estabelecidas na estrutura cognitiva dos professores, revelando enorme resistência à mudança (Flor, 1993; Mellado Jiménez, 1996). Por conseguinte, as mudanças geradas pela formação inicial são poucas e nem sempre coincidentes com as exigências curriculares (Mellado Jiménez, 1999).

Os estudos sobre o pensamento do professor vieram chamar a atenção para a necessidade de pensar a formação de professores em termos de mudança conceptual, com vista à reconstrução de esquemas de pensamento e acção crítica, empiricamente consolidados. Como refere Praia (1995), “os professores têm ‘concepções alternativas’,

algumas das quais entram em conflito com as concepções de ensino que hoje mais se defendem, tornando-se necessário, pois, mudar as concepções tradicionais de formação” (p. 4). Ignorar esta formação experiencial terá os mesmos efeitos negativos que ignorar as concepções dos alunos, no processo de ensino/aprendizagem da ciência.

As intervenções do tipo prescritivo, que não tenham em conta as concepções dos (futuros) professores, não podem produzir as mudanças desejadas (Hernández e Sancho, 1994). As mudanças não acontecem de fora para dentro e, por isso, têm de ser entendidas “mais como processo interno de ‘crescimento’ e ‘desenvolvimento’ gradual do professor que de mudança provocada por agentes externos” (Mellado, 2003, p. 678).

Por conseguinte, a formação reflexiva parece ser a melhor via para promover a mudança conceptual (Martínez Losada, *et al.* 1999), pois permite desenvolver nos formandos a compreensão crítica das suas próprias concepções e, deste modo, gerar concepções e práticas mais adequadas. A reflexão é um conceito que vem sendo bastante discutido nos estudos recentes sobre o pensamento do professor. Vários autores têm trazido contribuições diversas para a construção do significado da reflexão, na formação profissional docente. Schön (1992) foi um dos principais responsáveis pela difusão do conceito de reflexão, ao propor, como constituintes do pensamento do professor, os movimentos de *reflexão-na-acção*, *reflexão-sobre-a-acção* e *sobre-a-reflexão-na-acção* que actuam na aprendizagem profissional docente, de formas distintas.

Entendida como instrumento de aprendizagem e desenvolvimento profissional dos professores, a reflexão oferece a oportunidade destes tornarem explícitas as suas teorias implícitas e de tomarem consciência das crenças e suposições subjacentes à sua prática, assim como de examinarem a validade de suas práticas na obtenção de metas estabelecidas. Segundo Sánchez e Valcárcel (2000), as mudanças têm mais probabilidades de consolidação, se ultrapassarem o âmbito individual e forem realizadas em colaboração, de forma colectiva.

Como, de um modo geral, o indivíduo não possui uma teorização consciente destas teorias implícitas, a sua consciencialização e explicitação exigem a intervenção de outras pessoas, mediante o recurso a estratégias de mudança conceptual que desafiem as suas concepções e ofereçam oportunidades de desestruturação, abrindo o caminho para novas conceptualizações e reestruturações conceptuais. A formação deve ser um processo de consciencialização e de mudança de representações (Amiguiño, 1992). Assim, qualquer

proposta de formação de professores (inicial ou contínua) deve, necessariamente, ter em conta as concepções dos professores (Hewson e Hewson, 1987; Aguirre, Haggerty e Linder, 1990; Gil Pérez, 1991; Briscoe, 1991; Pagès, 1996; Utges, Jardon, Fernández e Welte, 1997); deve tomar, como ponto de partida, a análise do sentido e do significado das práticas e das representações dos professores em formação; e deve partir da própria reflexão do professor não só sobre a prática educativa (Hewson e Hewson, 1987), mas também sobre as suas concepções e os seus saberes, no sentido de identificar fontes de problemas e construir a mudança na direcção desejada (Dana *et al.*, 1998).

Scribner e Cole (1982) defendem que a análise crítica de experiências reais de ensino pode favorecer a mudança conceptual. Para que este processo ocorra, têm de se criar condições para a emergência de conflito entre as práticas sociais e as representações sociais, mediante um processo de análise de vivências experimentadas (Correia, 1995) e a utilização de “metodologias estimulantes e exemplares, baseadas nas actuais teorias sobre o ensino/aprendizagem” (Mellado Jiménez e González Bravo, 2000, p. 538).

Neste sentido, têm sido desenvolvidos diversas investigações em que se analisa o efeito de diferentes estratégias no desenvolvimento da capacidade reflexiva dos professores. A análise de gravações em vídeo de práticas pedagógicas, a investigação-acção, os *portfolios*, os diários de aula e as entrevistas, são algumas das estratégias que podem ser utilizadas para promover a reflexão. Estas técnicas vão permitir aceder ao pensamento do professor em formação, iluminam o campo de intervenção do formador e contribuem para a autonomia do formando, ensinando-o a fazer perguntas, a recolher e analisar de forma sistematizada informação sobre a sua acção, consciencializando-o da discrepância entre o que pensa e o que acontece (Estrela *et al.*, 2002). Contudo, importa referir que os resultados destas investigações revelam que a capacidade reflexiva é algo que não se adquire facilmente e que algumas técnicas como por exemplo a entrevista, a análise de gravações de vídeo e a investigação-acção resultam mais eficazes que outras.

1 – CONCEPÇÕES E PRÁTICAS DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

O conhecimento profissional dos professores de ciências é pessoalmente criado e socialmente mediado, isto é, os professores atribuem significado ao seu mundo profissional, a partir do seu quadro conceptual sobre a ciência, o ensino, a aprendizagem e o currículo; e das suas experiências, enquanto alunos antes e durante o curso de formação de professores (Dana *et al.*, 1998). Como reconhece Marcelo Garcia (1995), está amplamente aceite que a formação de professores exerce uma influência importante, mas secundária, no pensamento e prática dos professores; as crenças geralmente não sofrem alterações, influenciam as suas práticas de ensino e acompanham os professores durante o seu percurso profissional. Dada a importância central do professor nos processos de inovação e reforma do ensino, não é de estranhar o enorme interesse da investigação educativa pelas concepções e práticas dos professores. Numa perspectiva construtivista, que importa pôr em prática na formação de professores, “os saberes dos professores são fulcrais para a partir deles, o questionamento, a problematização, a dúvida, o erro, sejam o motor da aproximação ao melhor, que em cada momento, pudermos e soubermos fazer” (Praia, 1995, p. 341).

Os estudos acerca das concepções docentes sobre ciência e ensino da ciência converteram-se, a partir da década de 1980, numa florescente área de investigação. Encontramos na literatura numerosos estudos que procuram descrever e analisar o conteúdo das concepções do professor. Uns investigam concepções sobre ciência, outros estão centrados nas concepções pedagógico-didáticas e outros procuram relacionar as concepções dos professores com as suas práticas. Nestes estudos, distinguem-se várias linhas de investigação, em que são consideradas diferentes perspectivas de análise (epistemológica, didáctica, psicológica, sociológica, etc.).

1.1 – Concepções sobre a Ciência

Os professores de ciências possuem concepções acerca da natureza do conhecimento científico, da sua produção e crescimento, que vão influenciar a forma como ensinam ciências e as decisões que tomam nas aulas (Hodson, 1994; Porlán Ariza e Martín del Pozo, 1996; Porlán Ariza e Rivero García, 1998; Porlán Ariza, Rivero Garcia e Martín del Pozo, 2000). Muitas destas concepções incluem reducionismos e deformações que se constituem como obstáculos para a renovação do ensino das ciências (Fernández, Gil Pérez, Carrascosa, Cachapuz e Praia, 2002). Conhecer estas concepções permite não só compreender e explicar o modo como os professores organizam a sua prática, como também torna compreensível as adaptações e mudanças requeridas para pôr em prática os novos projectos curriculares (Hernández e Sancho, 1994).

Estudos de epistemologia revelam distanciamentos notórios, entre as correntes epistemológicas contemporâneas e as concepções epistemológicas dos professores de ciências. De um modo geral, a maioria dos professores possui concepções inadequadas acerca da ciência, muitas vezes próximas do senso comum dos seus alunos (Praia, 1995, 1996), que são transmitidas, de forma implícita e/ou explícita, contribuindo para uma imagem deformada da ciência e do trabalho científico, que contraria as actuais correntes da filosofia da ciência (Gil Pérez, 1991; Lederman, 1992; Porlán Ariza e Martín del Pozo, 1996; Porlán Ariza e Rivero García, 1998).

Muitas das investigações realizadas referem que, entre os professores, predominam concepções sobre a natureza da ciência positivistas, de pendor empirista-indutivista (Aguirre *et al.*, 1990; Lederman, 1992; Praia, 1995; Porlán Ariza e Martín del Pozo, 1996; Porlán Ariza e Rivero García, 1998; García-Estañ, ProBueno e Valcárcel, 1999; Martínez Aznar, Martín del Pozo, Rodrigo Vega, Varela Nieto, Fernández Lozano e Guerrero Serón, 2001; Acevedo Díaz e Acevedo Romero, 2002). São concepções com um forte sentido espontâneo que identificam a ciência com a descoberta de coisas desconhecidas, ignorando o aspecto criador e teórico da investigação (Bunge, 1985).

Algumas investigações relativas às concepções dos professores sobre a natureza da ciência apontam para um ponto de vista eclético, sem que se possam associar a uma única orientação filosófica (García-Estañ *et al.*, 1999; Acevedo Díaz e Acevedo Romero, 2002).

Aguirre *et al.* (1990) distinguiram cinco formas de empirismo: a) uma forma *ingénua*, que entende a ciência como um conjunto de explicações e observações acerca de como e porque ocorrem os fenómenos; b) forma *experimental-indutiva*, em que o conhecimento provém da observação e experimentação; c) forma *experimental-falsacionista*, que atribui à experimentação o papel de refutar as teorias científicas; d) forma *tecnológica*, que entende a ciência como actividade técnica destinada a melhorar a qualidade de vida; e) *forma processual* com três fases (desenvolvimento, comprovação e aceitação de teorias pela comunidade científica. Já Porlán Ariza *et al.* (1998) reconheceram três tendências epistemológicas: racionalismo⁹⁹, alternativa¹⁰⁰ e empirismo¹⁰¹, sendo esta última a que prevalece entre os professores.

Koulaidis e Ogborn (1995) analisaram diversos estudos sobre as concepções epistemológicas dos professores de ciências, publicados a partir de 1975, tendo identificado quatro posições epistemológicas explícitas: a) indutivismo; b) hipotético-dedutivismo; c) contextualismo; d) relativismo. Destas quatro posições epistemológicas, a imagem indutivista da ciência é a que predomina na maioria dos estudos. Recentemente, Fernández *et al.* (2002) realizaram uma análise dos artigos publicados na década de 1990, a fim de identificarem as visões deformadas da ciência mais referenciadas na literatura, tendo identificado sete grandes deformações que se interrelacionam e formam um esquema conceptual relativamente integrado. Nesta revisão da literatura, os autores concluíram que a visão empirista/indutivista, apesar das fortes críticas que, deste a década de 1970, tem sido alvo, continua a ser a concepção mais generalizada entre os professores.

Santos (1991b) justifica esta persistência da epistemologia empirista, argumentando que “a nossa filosofia natural vai no sentido de aceitar, como certo, o que os sentidos nos dizem. Tendemos, natural e espontaneamente, para uma epistemologia empirista. É a percepção imediata que caracteriza o nosso pensamento vulgar” (p. 54). Para além deste argumento, a persistência das concepções de pendor empírico-indutivista pode ser

⁹⁹ Considera que o conhecimento é um produto da mente, gerado através do rigor lógico e da razão. Por conseguinte, o conhecimento não está na realidade nem se obtém por um processo de observação da mesma, já que os sentidos, inevitavelmente deformam os factos.

¹⁰⁰ Corresponde a um relativismo moderado, construtivismo e evolucionismo. Concebe a ciência como actividade condicionada social e historicamente, desenvolvida por cientistas que utilizam diferentes estratégias metodológicas, envolvendo processos de criação intelectual, validação empírica e selecção crítica, através das quais se constrói um conhecimento temporal e relativo que evolui permanentemente.

¹⁰¹ Salientam-se duas formas de empirismo: o empirismo radical (objectivismo, absolutismo, realismo) que considera que, a partir da observação da realidade e por indução, se chega ao conhecimento objectivo e verdadeiro, cópia fiel da realidade; e o empirismo moderado, próximo de um indutivismo em que a hipótese e a experimentação substituem a mera observação, como eixo fundamental do processo científico.

interpretada com base no facto dos cursos de formação inicial de professores terem uma componente muito forte em conteúdos científicos, que são ensinados por professores que não reconhecem a importância da filosofia das ciências, na formação destes profissionais. Por conseguinte, as perspectivas tradicionais do ensino das ciências acabam por se ir consolidando no decurso da formação e a situação agrava-se com o uso de manuais escolares com idêntica orientação.

Outra concepção amplamente difundida na bibliografia consultada por Fernández *et al.* (2002) é a que transmite uma visão rígida (algorítmica, exacta, infalível) do “método científico”, como uma sequência de etapas constituídas por regras definidas, sequencialmente pré-determinadas, ignorando o papel essencial das hipóteses e dos conhecimentos (teorias) disponíveis que orientam todo o processo.

Fernández *et al.* (2002) referem, ainda, outra concepção menos investigada e, por isso, menos mencionada na literatura, que as anteriores. Trata-se da “visão da ciência exclusivamente analítica” que evidencia a necessária fragmentação e simplificação, ignorando os esforços posteriores de unificação e construção de corpos coerentes de conhecimento. Sendo esta uma característica fundamental da evolução do conhecimento científico, ao ser esquecida reveste-se num verdadeiro obstáculo da educação científica.

No que diz respeito às concepções sobre o desenvolvimento da ciência, a maioria dos estudos aponta para uma visão dinâmica do conhecimento científico. De um modo geral, os professores admitem a mudança dos conceitos, leis e teorias, concedendo um status temporal ao conhecimento científico (Thomaz, Cruz, Martins e Cachapuz, 1996; Garcia-Estañ *et al.*, 1999; Acevedo Díaz e Acevedo Romero, 2002). Contudo, este dinamismo da ciência surge, frequentemente, associado a concepções continuistas acerca do progresso científico (Gunstone *et al.*, 1993; Izquierdo, Sanmartí e Espinet, 1999; Acevedo Díaz e Acevedo Romero, 2002). Pedrosa, Rebelo, Dias e Veiga (1997), esclarecem que são poucos os que constroem uma imagem dinâmica do conhecimento científico em que as mudanças, sendo inevitáveis, são sistemáticas, resultando de uma dialéctica que vai da teoria à experiência e desta novamente para a teoria. Prevaecem, entre os professores, interpretações simplistas da evolução do conhecimento científico, em que se destaca a ideia dogmática de um

crescimento linear e cumulativo. Estas concepções, segundo Fernández, *et al.*, (2002)¹⁰², são fruto de um ensino das ciências que se limita a apresentar o conhecimento cientificamente aceite, numa pressuposta ordem lógica, sem mostrar como foi alcançado, nem os confrontos entre teorias opostas, nem os processos complexos de mudança.

Outra deformação muito tratada na literatura é a que corresponde a uma “visão individualista e elitista da ciência” (Fernández, *et al.*, 2002). Esta concepção tem subjacente a imagem da ciência como algo só acessível a pessoas especialmente dotadas, gerando expectativas negativas na maioria dos alunos e, por vezes, fazendo discriminações de género (a ciência é uma actividade maioritariamente masculina). Também tem subjacente, a ideia de que os cientistas trabalham isolados, sem qualquer interferência externa. Estas duas noções opõem-se totalmente à ideia de ciência como construção pessoal e socialmente mediada.

Fernández, *et al.* (2002) identificaram em diversos estudos uma “visão descontextualizada e socialmente neutra da actividade científica”. Relacionada com esta ideia, surge a concepção de ciência “aproblemática” e “ahistórica” (fechada, dogmática), em que se transmitem os produtos da ciência, sem mostrar quais os problemas que geraram a sua construção, como evoluíram, quais os obstáculos, nem tão pouco se referem as limitações do conhecimento actual. Para Pedrosa *et al.*, (1997), “tal concepção presume as ciências isoladas da ética, filosofia e ideologia, traduzindo-se na sua descontextualização social e histórica e na pretensa independência destas relativamente ao poder político e económico” (p. 939). Ignorar estas relações tem tido efeitos negativos no ensino/aprendizagem da ciência. Nalguns casos, pode desenvolver-se uma visão puramente operativa da ciência (como consequência da enumeração de aplicação de conhecimentos científicos), enquanto, noutros casos, a não compreensão das relações que se estabelecem entre a ciência e a tecnologia e entre estas e a sociedade e o ambiente; pode também gerar sentimentos de desconfiança e de responsabilização da ciência e tecnologia por catástrofes que acontecem no planeta.

Acevedo Díaz e Acevedo Romero (2002), ao investigaram as concepções dos professores, relativamente à influência de factores culturais, sociais, históricos e políticos na produção do conhecimento científico, concluíram que a maioria dos professores admite que, uma vez criados os contextos externos favoráveis à produção científica, esta passa a

¹⁰² Estes autores salientam que a visão cumulativa do crescimento linear da ciência é a segunda deformação da ciência menos mencionada na literatura.

dependem de contextos internos, onde imperam o empirismo, a universalidade e a objectividade, características essenciais do “método científico” que adquire um estatuto superior a outras formas de aceder ao conhecimento. Esta *supremacia do conhecimento científico sobre outras formas de conhecimento* mais subjectivo e quotidiano tem sido identificada noutras investigações (Lederman, 1992; Gallagher, 1991, 1993; Thomaz et al, 1996; Porlán Ariza et al, 1998).

Estes estudos sobre a natureza e desenvolvimento da ciência mostram que as concepções dos professores de ciências se distanciam bastante das concepções defendidas pelas correntes epistemológicas actuais. Também põem em evidência ideias pouco estruturadas, muito instáveis e dependentes do contexto (Mellado Jiménez, 1996; Acevedo Díaz e Acevedo Romero, 2002), que são fruto da falta de reflexão crítica e de uma formação apoiada na transmissão de conhecimentos, chamando a atenção para a necessidade de intervir na formação de professores, no sentido de ajudar os docentes a ultrapassar a forte tendência empirista indutivista e a promover a (re)estruturação das suas concepções sobre ciência.

1.2 – Concepções sobre Ensino e Aprendizagem das Ciências

Em 1987, Hewson e Hewson publicaram um trabalho, em que chamaram a atenção para o facto de, tal como os alunos que possuem concepções e comportamentos intuitivos que interferem na aprendizagem do conhecimento científico, também os professores têm concepções sobre o ensino que podem entrar em conflito com as correntes actuais sobre o ensino e aprendizagem das ciências.

Os professores possuem concepções sobre a forma de aprender e ensinar – conhecimento didáctico do conteúdo, que é intrinsecamente diferente do saber científico que lhe serve de referência, quer na natureza epistemológica, como na significação e no alcance dos conceitos. Mellado Jiménez (1996) realça que o conhecimento do conteúdo não é o mesmo para um professor de ciências e para um especialista. O conhecimento do professor

está relacionado com o próprio processo de ensino, em que cada conteúdo contém tradições e crenças, algumas implícitas, sobre a melhor maneira de ensinar e aprender, sendo o professor o mediador que transforma o conteúdo em representações instrucionais, adequadas aos objectivos, aos alunos e aos conteúdos disciplinares, tornando-as compreensíveis para os alunos.

Hewson e Hewson (1987) afirmam que os professores possuem um sistema de crenças e conhecimento sobre o ensino e a aprendizagem, que inclui um conjunto de interpretações e significados pessoais em relação aos conceitos educacionais que orientam o modo como planeiam o ensino e como o põem em acção. Trata-se de “representações mentais que fazem parte do sistema de conhecimento do indivíduo e intervêm nos seus processos de compreensão, memória, raciocínio e planificação da acção” (Rodrigo, Rodríguez e Marrero, 1993, p. 13).

Anderson (1989) fala em *teorias pessoais práticas* sobre o ensino que influenciam as decisões sobre o tipo de acções a desenvolver na sala de aula. Pérez Gómez (1993, citado em Pagès, 1996) refere-se a estas teorias como obstáculos epistemológicos que foram sendo incorporados no pensamento, sentimento e acção dos professores, até se constituírem, de forma mais ou menos consciente, em “pensamento pedagógico prático”, que define como o conjunto de teorias e crenças implícitas sobre o conhecimento, o aluno, a escola, a sociedade e a educação.

Muitos dos estudos empíricos sobre concepções pedagógico-didácticas de professores de ciências assinalam uma tendência marcadamente tradicionalista (Pope e Scott, 1988; Aguirre *et al.*, 1990; Gil Pérez *et al.*, 1991; Ballenilla, 1992; Mellado Jiménez, 1996, 1997; Callejas, 1997; Carniatto, 1997; Saltiel, Méheut e Kaminski, 1997; Porlán Ariza *et al.*, 1998, 2000; Martínez Losada *et al.*, 1999). Esta tendência caracteriza-se por um ensino centrado na explicação do professor, que tem os conteúdos como eixos directores da dinâmica da aula; e pelo predomínio de concepções de aprendizagem por recepção, que se associam às metáforas do aluno com a “mente em branco” ou uma “tábua rasa”, contrariando claramente as concepções construtivistas do ensino/aprendizagem, defendidas pelas correntes actuais da educação em ciência.

Na verdade, a concepção da aprendizagem como aquisição de conhecimentos quer “por transmissão verbal” quer por “simple actividade do aluno” ainda é muito frequente nos

professores (Martínez Aznar *et al.* (2001). Contudo, alguns estudos também revelam a existência de crenças e práticas construtivistas (Mellado Jiménez, 1996; Callejas, 1997; Saltiel *et al.*, 1997; Porlán Ariza *et al.*, 2000). Estas, para além de serem menos expressivas, carecem de uniformidade, incluindo diferentes visões do construtivismo (Mellado Jiménez, 1996; Porlán Ariza *et al.*, 1997, 1998).

López (1994) distingue os professores que possuem uma concepção “construtivista complexa”, que entendem as ideias dos alunos como modos alternativos de interpretar o mundo, dos que possuem uma concepção “construtivista simplificada” e que concebem o conhecimento dos alunos como “erros” que têm de ser eliminados, através do ensino das ciências. O estudo de Porlán Ariza *et al.* (1998) confirma esta posição, já que os professores reconhecem que os alunos possuem concepções alternativas, mas mantêm a ideia de aprendizagem por recepção, considerando que devem corrigir estas concepções, para que os alunos as substituam por concepções “correctas”.

1.3 – Relação entre as Concepções Epistemológicas e a Prática Pedagógica

Um vector importante na linha de investigação sobre o pensamento do professor tem sido a preocupação em relacionar as suas concepções com as práticas (Fang, 1996). Para Hernández e Sancho (1994), o núcleo central, que fundamenta as investigações sobre o pensamento do professor, gira em torno da identificação das suas “teorias implícitas”, relacionadas com os seus pressupostos psicopedagógicos, com as suas estratégias de planificação, actuação e avaliação e com os esquemas de processamento de informação que utiliza, para adequar estes pressupostos e estratégias à acção, numa actividade de tomada de decisões. Neste sentido, Lederman (1992) sugere que as investigações sobre o pensamento do professor sejam complementadas com investigações, em sala de aula, sobre temáticas concretas que permitam indagar as crenças que têm maior influência no ensino.

Encontramos, na literatura, diversos trabalhos que procuram relacionar as concepções dos professores (sobre ciência e sobre o ensino e aprendizagem das ciências) com a sua

prática pedagógica (Pope e Scott, 1988; Brickhouse, 1990; Ballenilla, 1992; Prawat, 1992; Pomeroy, 1993; Gustafson e Rowell, 1995; Praia, 1995; Hashweh, 1996; Mellado Jiménez, 1996; Porlán Ariza *et al.*, 1997,1998, 2000; Acevedo Díaz e Acevedo Romero, 2002; Valente, Sequeira, Abreu, Teixeira e Tojal, 1990; Miguéns, 1991; Paixão, 1995; Praia, 1995; Bárrios, Pedro, Almeida, Graís e Peneda, 2002, Trindade, 2003).

Segundo Praia (1995), “as representações que os professores têm sobre o que é a ciência, sobre o que é fazer ciência, sobre o que é ‘o’ método científico, influem não só no que ensinam, mas, sobretudo, ‘como ensinam’ as disciplinas científicas e mesmo no significado que parecem atribuir a esse mesmo ensino” (p. 33), sendo igualmente importante no sentido que o professor dá ao desenvolvimento das actividades que suscita e leva à prática.

Olson e Russell (1984, citados em Jorge e Oliveira, 1987) salientam os resultados de uma investigação realizada, no Canadá, sobre o ensino das ciências que apontam para uma estreita relação entre a concepção que os professores têm da ciência e o ensino que praticam na sala de aula; mostram, ainda, que as concepções e a metodologia usada contribuíam para que os alunos tivessem uma ideia de ciência semelhante à dos respectivos professores.

Hashweh (1996) comparou as crenças de uma amostra de trinta e cinco professores de ciências, previamente classificados em “construtivistas” e “empiristas”. Analisou a influência destas crenças epistemológicas no ensino e concluiu que os professores com crenças de natureza construtivista estão mais capacitados para: detectar as concepções alternativas dos alunos; desenvolver estratégias de ensino-aprendizagem diversificadas; usar mais estratégias para induzir a mudança conceptual e utilizar mais frequentemente estratégias de ensino potencialmente efectivas; que os professores com crenças empiristas. Enquanto que os primeiros concebiam as concepções dos alunos como um conhecimento alternativo e utilizavam estratégias diversificadas para promover a mudança conceptual, os professores com crenças de tipo empirista entendiam as ideias dos alunos como erros e utilizavam muito menos estratégias para promover a mudança.

Porlán Ariza *et al.* (1998) realizaram um estudo, a fim de analisar as relações entre a epistemologia dos professores e as suas concepções sobre o ensino de um conteúdo concreto. A partir da análise de conteúdo das planificações e da observação das práticas, puderam concluir que os conteúdos são apresentados como um conjunto cumulativo, linear e fragmentado de conceitos, leis e teorias, cuja estrutura corresponde à versão simplificada e

dogmática do conhecimento disciplinar apresentado nos manuais escolares. Apesar de pontualmente se verificar preocupação com os possíveis interesses dos alunos acerca do tema, estes nunca são organizados em torno de problemas relevantes que permitam o recurso a diferentes fontes de informação. Do mesmo modo, também não propõem diferentes níveis de formulação para o conceito em estudo, nem estabelecem relações entre conceitos do mesmo nível. No que diz respeito à metodologia, os autores identificaram uma tendência maioritária, resultante da combinação de duas metodologias, a aplicação empirista do “método científico” para inferir conceitos e a explicação do professor para facilitar a compreensão desses conceitos. A uma ideia de ciência como produção de conhecimentos verdadeiros, com uma estrutura racional invariável (método científico), parece corresponder a ideia de ensino-aprendizagem por transmissão-recepção. Estes professores também não tinham em conta as concepções alternativas dos alunos e as interações professor-aluno eram unidireccionais.

Importa salientar que, embora a nível teórico surjam argumentos a favor da aceitação de uma relação directa entre as concepções dos professores e o modo como concretizam a sua prática (reforçados pelos resultados de algumas investigações), Hodson (1998) alerta para os riscos de considerar uma relação linear entre as concepções e as práticas de ensino. Nalguns estudos têm vindo a ser detectadas várias possibilidades de correlação entre os pressupostos epistemológicos e a conduta docente do professor na sala de aula. Verificando-se que nalguns casos, não existe qualquer relação, noutros, pode ser total ou apenas parcial e, noutros, pode até ser contraditória. Por exemplo, Porlán Ariza *et al.* (1997) e Acevedo Díaz e Acevedo Romero (2002) não detectaram uma correlação directa entre as concepções epistemológicas dos professores e a sua prática pedagógica e Miguéns (1991) concluiu que, mesmo quando as concepções dos professores se aproximam de perspectivas racionalistas e construtivistas, essas posições raramente se encontram transpostas para a prática docente.

O reconhecimento de que as concepções que os professores possuem acerca da natureza e desenvolvimento da ciência, do ensino, da aprendizagem, dos conteúdos científicos e de muitos outros aspectos relacionados com a prática pedagógica influenciam na construção do conhecimento profissional do professor (Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez, 2001) veio exigir que a formação de professores tome, como eixo estruturante, as

concepções dos professores. Impondo uma formação que forneça aos docentes linhas orientadoras e instrumentos de trabalho que sustentem práticas pedagógicas, centradas na reflexão crítica sobre o pensamento e acção.

1.4 – Modelos Conceptuais de Prática Pedagógica

As concepções dos professores, apesar de pessoais e idiossincráticas, devido ao contexto social onde são formadas, podem ser encontradas em grupos de professores, admitindo-se um certo grau de generalização que permite configurar “modelos” ou “tipos” de professores (Fernández González e Elórtegui Escartín, 1996) a que correspondem determinadas práticas pedagógicas. Com base nos resultados de investigações sobre concepções e práticas dos professores, é possível estabelecer modelos de actuação pedagógico-didáctica. Contudo, Cañal (1997) adverte que a interpretação da prática pedagógica à luz destes modelos pode ser redutora, devendo, por isso, utilizar-se “instrumentos conceptuais e metodológicos para realizar análises e intervenções mais particulares e precisas” (p. 87).

Numa breve revisão da literatura, encontrámos diversas investigações que conduziram à caracterização de modelos conceptuais de prática pedagógica, baseados nas concepções mais significativas que caracterizam o pensamento e a acção de diferentes grupos de professores. Nestas investigações, tomaram-se como referência domínios tão diversos, como o currículo, o conhecimento, o ensino, a aprendizagem, a planificação, a gestão curricular, as relações pedagógicas, os recursos, as metodologias, a avaliação e os papéis do professor e do aluno. Em muitos destes estudos, foram identificados aspectos semelhantes do pensamento e acção do professor, que permitiram a conceptualização e caracterização de modelos¹⁰³ de prática pedagógica ou modelos didácticos que podem assumir designações diferentes, consoante os seus autores.

¹⁰³ O modelo deve ser entendido como uma construção teórico formal que, baseada em supostos científicos, ideológicos e sociais, pretende interpretar a realidade e dirigi-la para determinados fins (González e Elortegui Escartín, 1996).

Utges *et al.* (1997) reconheceram cinco concepções de prática pedagógica, que designaram por social, integradora, ortodoxa, pragmática e construtivista-indutivista. A concepção social coincide com uma visão alargada da ciência, onde se incluem aspectos conceptuais, metodológicos e sociais, e caracteriza-se pela valorização de aspectos CTS, por uma atitude positiva perante a ciência, pela gestão flexível do currículo e pelo ensino orientado para os interesses dos alunos e para abertura a novas perspectivas. A concepção integradora perspectiva o ensino integrado das ciências e coloca ênfase na investigação autónoma dos alunos; na valorização das práticas; na visão alargada dos conteúdos em detrimento da profundidade na sua abordagem; e na adaptação do ensino aos interesses dos alunos e aos problemas emergentes do seu quotidiano. A concepção ortodoxa traduz uma visão asséptica da ciência, coloca ênfase na estruturação lógica dos conteúdos como eixo organizador, não atendendo às características dos alunos, e o currículo é geralmente descontextualizado. A concepção pragmática revela preocupação com o cumprimento do programa e fomenta o ensino disciplinar das ciências, tendo em vista a preparação para estudos futuros. A concepção construtivista-indutivista defende a construção do conhecimento, através da investigação dirigida e do desenvolvimento de práticas, contemplando aspectos históricos que permitem contextualizar os conhecimentos e compreender a sua evolução.

De um modo geral, na literatura são referenciados quatro a cinco modelos de prática pedagógica. Porlán Ariza *et al.* (1998) identificaram, a partir de diferentes estudos em que utilizaram diversos instrumentos e técnicas, quatro modelos que designaram, respectivamente, por: tradicional, tecnológico, espontaneísta e alternativo. Rodrigo *et al.* (1993), numa análise sócio-histórico-filosófica das principais concepções teórico-metodológicas sobre o ensino e o currículo, desde o século XVII até ao presente, identificaram cinco modelos: tradicional, técnico, crítico, activo e construtivista. Noutro estudo, Fernández González e Elortegui Escartín (1996), tomando como ponto de partida as interpretações que os professores fazem do currículo formal e das decisões curriculares expressas na prática pedagógica, também identificaram modelos similares: transmissor-receptor, tecnológico, artesanal, descobridor e construtor.

Partindo da descrição dos diferentes modelos didácticos identificados nos estudos referidos anteriormente, procedemos a uma breve caracterização do pensamento e da acção do professor em cada um dos modelos.

1. *Modelo tradicional* (transmissor)

Tem subjacente uma concepção acientífica dos processos de ensino-aprendizagem. A principal preocupação é o cumprimento do Programa. Segue exclusivamente os objectivos e conteúdos definidos no Programa (e por vezes nos manuais escolares), recebendo, por isso, a designação de “pedagogia por conteúdos”. Adopta uma metodologia de tipo magistral, com exposição oral, eventualmente auxiliada por suporte escrito, sendo o manual escolar o principal recurso. Fornece apontamentos, propõe a resolução de exercícios-tipo e, ocasionalmente, realiza experiências de tipo ilustrativo.

2. *Modelo tecnológico* (técnico, tecnocrático, tecnicista, mecanicista)

Concebe o ensino como uma actividade técnica. Segue os objectivos e conteúdos definidos no Programa. Os objectivos, geralmente organizados de acordo com taxonomias (essencialmente a de Bloom), são o elemento estruturante, tanto da prática como da avaliação dos alunos, recebendo a designação de “pedagogia por objectivos”. Segue uma metodologia do tipo magistral e expositiva e utiliza recursos diversificados (diversos documentos, fichas programadas, vídeos, acetatos). As actividades experimentais estão estruturadas em guiões descritivos dos procedimentos, constituindo verdadeiras “receitas”.

3. *Modelo Investigativo* (descobridor, espontaneísta)

Fundamenta-se em concepções positivistas da ciência e concebe o ensino/aprendizagem como um processo empirista/indutivista de descoberta do conhecimento. A ênfase do processo de ensino/aprendizagem não está nos conteúdos disciplinares, nem nos objectivos, nem tão pouco nos interesses dos alunos, mas sim na metodologia investigativa (aplicação do método científico). Para o efeito são estabelecidas séries de investigações de longa duração, tipo trabalho de projecto e “centros de interesse”. O professor só tem

de criar as condições para que os alunos realizem as descobertas pretendidas. Privilegia a comunicação entre os alunos, sendo os recursos diversificados e adequados às investigações. Este modelo ganhou força nas décadas de 1960 e 1970, em consequência de profundas reformas no ensino das ciências.

4. *Modelo artesanal* (humanista, activista, artista, naturalista, praticista, espontaneísta)

As actividades da aula são espontâneas, sem obedecer a qualquer planificação ou sequência pré-estabelecida e a prática é elaborada a partir da experiência profissional do professor que utiliza os objectivos programáticos, como meros orientadores da prática. Coloca o aluno no centro do currículo e os seus interesses como elemento organizador. Emprega metodologia activa, envolvendo a totalidade dos alunos num clima espontâneo e natural, em que as actividades de ensino/aprendizagem são do tipo empírico-indutivo; a comunicação é interactiva e espontânea; os recursos são diversificados; e as experiências de aprendizagem apresentam flexibilidade e variedade, com exercícios, problemas e experiências intercaladas com explicações.

5. *Modelo construtivista* (construtor, crítico, reflexivo)

Fundamentado na corrente construtivista da psicologia da aprendizagem, organiza o ensino/aprendizagem a partir das ideias prévias dos alunos, abrangendo atitudes, conhecimentos e capacidades. Promove a mudança conceptual e as actividades de ensino/aprendizagem são negociadas. Fomenta a metodologia investigativa baseada na resolução de problemas abertos por descoberta guiada. Privilegia os processos e a actividade dos alunos e promove a comunicação é multidireccional. O professor tem o papel de coordenador, fornecendo informações, reorientando situações e facultando o material de que os alunos necessitam.

Porlán Ariza et al (1998) consideram que a crítica ao racionalismo e enciclopedismo do modelo tradicional suscita duas tendências, a espontaneísta e a tecnológica, ambas situadas num nível de formulação intermédio. Enquanto que a primeira utiliza processos

rígidos do empirismo científico, a segunda recorre a processos empírico-dedutivos. O nível de formulação de maior complexidade corresponde ao modelo didáctico construtivista.

A caracterização de cada um dos modelos supõe a selecção dos principais aspectos associados ao pensamento e à prática do docente. Contudo, na prática não existem versões puras de cada modelo. Os professores, na sua actuação pedagógica, apresentam geralmente características de diferentes modelos, em função das circunstâncias, que por vezes, coexistem de forma contraditória. Nestes casos, não devemos falar de modelos de prática pedagógica, mas sim em orientações ou tendências dominantes.

INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

CAPÍTULO 5

CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA INVESTIGAÇÃO

O presente capítulo tem por finalidade apresentar e definir os elementos que estruturam a nossa investigação empírica. Na primeira parte, fazemos o enquadramento teórico do estudo, procurando descrever algumas das razões que nos conduziram até às problemáticas a ele inerentes, evidenciando a sua importância no paradigma actual da educação em ciência. Depois, descrevemos o terreno em que se desenvolve o estudo, seguindo-se o enunciado do problema e das hipóteses que marcam o ponto de partida da investigação e, posteriormente, apresentamos os objectivos que nos propomos alcançar, na busca da resposta ao nosso problema.

Na segunda parte, fazemos a descrição do desenho da investigação. Começamos pela apresentação do quadro teórico do estudo que definimos a partir do actual ensino das ciências, preconizado pela investigação educacional e do Currículo Nacional do Ensino Básico e das Orientações Curriculares para a área de Ciências Físicas e Naturais. Prosseguimos com a fundamentação metodológica das metodologias utilizadas e dos instrumentos desenvolvidos. Como se trata de um estudo em duas fases que mobilizam diferentes instrumentos de investigação, apresentamos uma descrição metodológica fundamentada, para cada uma delas.

I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO DO ESTUDO

Até há cerca quarenta anos atrás (1960/1970), o ensino das ciências tinha um carácter essencialmente prescritivo, fundamentado na epistemologia empirista/positivista e na psicologia behaviorista, em que a ênfase do ensino era colocada na estrutura do conteúdo. A partir de 1980, o ensino das ciências começou a apontar noutra direcção: na formação de cidadãos possuidores de uma formação científica e tecnológica útil e relevante para as suas vidas e numa maior responsabilidade social. Emergiu, na Didáctica das Ciências, um novo paradigma com o enfoque na epistemologia racionalista e na psicologia cognitivista da aprendizagem, que colocava ênfase nas inter-relações entre os saberes dos alunos e os saberes da ciência. A década de 1990 veio reafirmar esta perspectiva e a literacia científica passou a ser apontada pela investigação educacional, como a principal finalidade do ensino das ciências.

A literacia científica e tecnológica, defendida por importantes associações profissionais de professores, sobretudo de âmbito cultural anglo-saxónico, passou a estar presente nos informes de política educativa de diversos países. Promover nos alunos uma compreensão sustentada de temas de ciência e tecnologia é um dos grandes desafios que se coloca ao ensino das ciências. Para responder a este desafio, surgem, inevitavelmente, novas dimensões no ensino das ciências: a história, a epistemologia e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Estas novas dimensões da ciência procuram dar resposta a uma sociedade marcada por mudanças profundas e sucessivas, que se operam com rapidez crescente e que exigem necessariamente a formação de cidadãos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados. Numa sociedade em que as desigualdades sociais estão relacionadas com a função e o estatuto sócio-cultural dos seus membros, ou seja, com a discriminação no acesso ao saber, mais do que com a origem social, “não podemos olhar o sec. XXI com as estruturas sociais, a cultura e o sistema de ensino da sociedade positivista” (Carvalho, 1997, p. 55).

A sociedade de informação e conhecimento em que vivemos apela à compreensão da ciência, não apenas enquanto corpo de saberes, mas também enquanto instituição social. Na verdade, “o grande desafio que agora se coloca à humanidade é o de conferir a todos a possibilidade de, pelo conhecimento da complexidade do meio e da necessária e inevitável

mediação social e tecnológica, contribuírem activamente para as decisões que têm a ver com a produção, desenvolvimento e aplicação de realizações e produtos técnicos” (Carvalho, 1997, p. 55). “À educação cabe fornecer, de algum modo, a cartografia de um mundo complexo e constantemente agitado e, ao mesmo tempo, a bússola que permita navegar através dele” (Delors, 1996, p. 77).

As reformas no ensino das ciências em curso, em numerosos países do mundo, apontam para este novo paradigma. No currículo para o ensino básico, actualmente em vigor no nosso país, pode ler-se que:

a área disciplinar de ‘Ciências Físicas e Naturais’, através dos conteúdos científicos que explora, incide em campos diversificados do saber. Apela para o desenvolvimento de competências várias, sugerindo ambientes de aprendizagem diversos. Pretende-se contribuir para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos. (ME-DEB, 2001, p. 3)

Tendo as concepções e as práticas dos professores como objecto de estudo e partindo da análise das diversas componentes do Currículo Nacional do Ensino Básico (princípios orientadores, competências gerais, competências específicas da área de Ciências Físicas e Naturais e orientações metodológicas), elaborámos o nosso quadro conceptual. Este traduz a performance científico/didáctica dos professores de ciências, relativamente às competências necessárias para o desenvolvimento de um currículo centrado em competências, que promova a literacia científica dos alunos no 3.º ciclo do ensino básico.

O ponto de partida para a elaboração do nosso quadro teórico teve como referência o Currículo Nacional do Ensino Básico (3.º ciclo), porque consideramos que é neste nível do ensino básico que a aquisição de competências em literacia científica assume maior importância, uma vez que a grande maioria dos jovens termina a aprendizagem formal das ciências neste ciclo, e porque só uma minoria dos que prosseguem os estudos segue cursos de ciências ou relacionados com estas. Por conseguinte, consideramos que é no ensino básico que, no caso português coincide com a escolaridade obrigatória, se deve promover a “ciência para todos”, evidenciando o que é básico e relevando como esse saber é importante.

A educação científica deve garantir a todos uma formação em ciências adequada às exigências do mundo moderno, através do desenvolvimento de competências em literacia científica, de modo a assegurar o reforço e o aprofundamento da democracia e a capacitação

para uma cidadania responsável e participativa. Como sublinha Sequeira (1996), o exercício da cidadania requer:

cidadãos que, tendo embora apenas a escolaridade básica, saibam utilizar conhecimentos científicos na sua vida profissional [e pessoal] e desenvolvam o espírito crítico quanto à aplicação das ciências, num quadro de valores morais que respeitem o ser humano, a qualidade de vida e os recursos naturais. (p. 114)

Nos textos do Currículo Nacional do Ensino Básico (ME-DEB, 2001), em particular na área de Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo), são referidas as premissas consideradas essenciais para o desenvolvimento de competências em literacia científica. Segundo estas, a educação científica deve promover o desenvolvimento de um conjunto de competências em diferentes domínios, tais como o conhecimento (substantivo, processual ou metodológico e epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes. O desenvolvimento de tais competências exige o envolvimento activo do aluno no processo ensino-aprendizagem, assumindo o papel de construtor do seu próprio conhecimento, proporcionado pela vivência de experiências de aprendizagem activas, integradoras, diversificadas e globalizadoras, que tenham em conta as características dos alunos, que vão de encontro aos seus interesses pessoais e que estejam em sintonia com o mundo que os rodeia.

Este documento, para além de mudanças organizacionais, apela a mudanças curriculares, a nível dos objectivos, dos conteúdos e das práticas de ensino/aprendizagem. As novas propostas curriculares têm em consideração os pontos de vista histórico e sociológico, bem como a compreensão da filosofia da ciência e das relações CTSA, para assim situar a ciência no seu contexto, procurando contribuir para melhorar as ideias distorcidas, em relação à ciência e tecnologia. Para que a sua concretização seja possível, é necessário que os professores disponham de uma ampla e actualizada formação sobre estes temas e que sejam capazes de ultrapassar alguns obstáculos epistemológicos.

É inquestionável que estas Orientações Curriculares colocam novos desafios às escolas e acrescidas exigências de competências aos professores de ciências, que ultrapassam o âmbito restrito dos saberes disciplinares e da formação pedagógica tradicional, responsáveis por uma prática pedagógica rotineira que resiste à mudança e inovação. Com efeito, as novas Orientações Curriculares configuram novos saberes e novas competências para o professor e exigem professores que sejam facilitadores de aprendizagens de qualidade, negociadores e mediadores dos processos de aprendizagem dos seus alunos.

Exige-se, ainda, professores bem informados, com uma sólida cultura científico-tecnológica que lhes permita o entrosamento dos conteúdos curriculares não só com temas actuais de ciência e tecnologia, mas também com aspectos do quotidiano dos alunos.

1 – DA PROBLEMÁTICA DA INVESTIGAÇÃO ÀS HIPÓTESES

Investigações realizadas sobre os processos de reforma curricular, tanto a nível nacional como internacional, revelam que estas têm sido pouco eficazes, não conseguindo introduzir na prática corrente das escolas as mudanças pretendidas. Na realidade, “existem bastantes contradições entre as boas declarações, de princípio, que aparecem nos documentos oficiais de política educativa assim como em propostas teóricas relevantes em relação à formação de professores, e a existência de contextos, condicionantes, processos e práticas formativas que continuam basicamente tradicionais” (Escudero e Botia, 1994, citado em Paixão, 1995).

A investigação educacional tem apontado, como uma das causas do fracasso de reformas educacionais, a deficiente formação dos professores. Na opinião de Bybee (1997), a maioria dos professores carece de formação para, no contexto actual, desenvolverem actividades de ensino e de aprendizagem que satisfaçam as actuais exigências da educação em ciência e, “apesar da sua necessária vinculação à vida social, económica e política, os sistemas educativos encontram-se todos eles irremediavelmente imbuídos da tendência tradicional, conservadora e, por vezes passadista, das suas instituições” (Garrido, 1996, p. 13).

Se, por um lado, parece evidente que os professores em serviço necessitam de formação para poderem implementar as novas Orientações Curriculares, por outro, os professores que se encontram na formação inicial deveriam estar preparados para responder aos importantes desafios de inovação. No entanto, tal não acontece, pois, muitas vezes, a própria formação veícula, ainda que implicitamente, modelos estereotipados de professores,

contribuindo para futuras condutas inibidoras dos seus formandos (Esteve, 1984). Acontece que “o processo de formação inicial exerce grande pressão sobre os futuros professores no sentido de os socializar, adaptando-os a um modelo pré-estabelecido de prática escolar, na maior parte dos casos em confronto com os objectivos de intenção propostos nos programas de formação” (Praia, 1991, p. 545).

Estando o nosso país desenvolver um processo de reforma no ensino básico determinado pela publicação do Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro, que estabelece a nova reorganização curricular do ensino básico, pareceu-nos importante investigar em que medida os cursos de formação inicial de professores de Biologia e Geologia e de Física e Química (da Universidade de Évora) estão a preparar professores, com competências para responder às exigências das novas Orientações Curriculares, de um modo geral, e da área das Ciências Físicas e Naturais, em particular.

A investigação que desenvolvemos tem por base a ideia de que a qualidade do professor é uma consequência das suas competências, que a qualidade do ensino é uma consequência do desempenho do professor e que a qualidade do professor e/ou do seu ensino influenciam os resultados dos alunos. Assim, partimos do princípio que a implementação das novas Orientações Curriculares depende dos professores, da sua capacidade de inovação e das suas competências, reveladas não só no seu comportamento, mas também no seu pensamento e nas suas decisões. Estes pressupostos levaram-nos à necessidade de investigar não apenas a prática pedagógica dos professores, mas também o seu pensamento, porque qualquer acção tem subjacente saberes diversos, de natureza conceptual, processual e factual, implícitos ou explícitos, que orientam e modelam essa mesma acção e que se vão reflectir nas aprendizagens dos alunos.

Assim, foi com base nestes pressupostos que equacionámos o nosso problema e formulámos as hipóteses de trabalho.

Problema

A formação inicial de professores de ciências (Biologia e Geologia e Física e Química) está a preparar professores capazes de responderem ao desafio de um currículo de ciências, que visa desenvolver nos alunos competências em literacia científica?

Hipóteses

A partir do problema levantado, formulámos as hipóteses que reflectem não só alguma informação fornecida pela literatura educacional nos últimos anos, mas também a nossa reflexão e experiência de mais de uma década, no quadro da formação inicial de professores de ciências.

- 1.ª Hipótese – As práticas pedagógicas dos professores estagiários e as suas concepções sobre desenvolvimento curricular, não estão, em grande parte, de acordo com as novas orientações curriculares para o ensino das ciências.
- 2.ª Hipótese – Os professores estagiários apresentam défice de cultura CTSA, pois possuem conhecimentos insuficientes em temáticas actuais e revelam concepções e práticas pouco coerentes com as correntes actuais da filosofia e sociologia da ciência.
- 3.ª Hipótese – Uma formação que tenha como eixo estruturante as concepções e saberes dos futuros professores, a reflexão e a investigação pode contribuir para a necessária mudança conceptual e atitudinal e para o desenvolvimento das competências requeridas pelo actual paradigma do ensino das ciências.
- 4.ª Hipótese – As práticas dos professores vão influenciar o desempenho em literacia científica dos alunos.

2 – TERRENO DA INVESTIGAÇÃO

Um dos primeiros problemas que se coloca num trabalho de investigação é a escolha do terreno da investigação, a qual é sempre função dos interesses pessoais e das condições e possibilidades de trabalho (Trindade, 1996). Sendo o nosso objecto de estudo o professor, a escolha recaiu nos professores estagiários das licenciaturas em ensino de Biologia e Geologia e de Física e Química da Universidade de Évora. Apresentamos em seguida as várias razões que justificam esta escolha.

A preferência pelas Licenciaturas em Ensino de Biologia e Geologia e de Física e Química da Universidade de Évora prende-se com razões de interesse pessoal, uma vez que somos docentes nesta Universidade, sendo esta a opção que nos oferecia melhores possibilidades de estudo. Apesar de ser uma amostra pequena, face ao universo (todos os professores de Biologia e Geologia e de Física e Química que realizaram o seu estágio no ano lectivo de 2003/04), pareceu-nos que servia os objectivos a que nos propusemos e que seria metodologicamente aceitável. No entanto, estamos conscientes de que este aspecto pode ser uma limitação ao nosso estudo, pois, como sublinha Fox (1987), o nível de complexidade da maioria das perguntas das investigações descritivas em educação requer uma amostra com um mínimo de 20%, para que as proporções das distintas categorias da população possam ser representadas com exactidão.

No que se refere à escolha dos cursos, considerámos dois argumentos: a) possuírem uma estrutura formacional semelhante, diferindo apenas na componente da área de especialidade; b) constituírem dois grupos de docência que seguem o mesmo plano curricular, na área de Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo do ensino básico).

Face ao problema que nos propusemos investigar, considerámos que o ano de estágio, por ser o último da formação inicial, seria o que nos oferecia melhores condições de trabalho, por permitir a recolha de dados, quer através das concepções manifestadas pelos professores estagiários, quer através da sua prática pedagógica, espaço que evidencia, sobretudo, competências, ou seja o “saber em acção”, revelador não só dos saberes disciplinares, científicos e pedagógicos, mas também das suas concepções sobre diferentes vertentes do desenvolvimento curricular. Por outro lado, qualquer intervenção no ano de

estágio permite uma maior contextualização, facilitando a mudança no modo de pensar e de pôr o currículo em acção.

Tratando-se de um estudo que procura investigar as concepções dos professores, importa esclarecer o sentido em que o termo é utilizado. Não encontramos na literatura uma definição clara e consensual, pois as designações como atitudes, valores, representações, opiniões, juízos, crenças, percepções e teorias implícitas são utilizadas com um sentido idêntico (Pajares, 1992). O mesmo autor refere, ainda, várias definições para o termo “concepções”, que não só revelam alguns aspectos comuns, mas também diferenças que são uma consequência da sua natureza e génese.

Como as concepções não podem ser directamente observadas, têm de ser inferidas a partir daquilo que os professores dizem e fazem, geralmente através de metodologias interpretativas, implicando alguma subjectividade que justifica as divergências encontradas.

No nosso trabalho, utilizamos preferencialmente o termo “concepção” correspondente uma estrutura mental de carácter geral que engloba crenças, significados, conceitos, proposições, regras, imagens mentais e preferências (Thompson, 1992) que permitem ao professor interpretar a realidade e, de modo mais ou menos consciente, influenciam as suas acções.

3 – OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO

São objectivos da nossa investigação:

- Caracterizar a performance geral dos professores de ciências no seu último ano de formação, em referência ao quadro teórico que definimos a partir do que a investigação educacional recomenda para o actual ensino das ciências e que os documentos de política educativa nacional defendem (Currículo Nacional do Ensino Básico, Orientações Curriculares para a área de Ciências Físicas e Naturais).

- **Conceber e implementar uma Acção de Formação/Reflexão fundamentada nas actuais orientações didácticas para o ensino das ciências, com vista a desenvolver nos professores estagiários formas personalizadas e diversificadas de planear a prática pedagógica, coerentes com um currículo centrado em competências de literacia científica.**

Estes objectivos gerais representam outros tantos objectivos que atravessam o estudo:

1. **Analisar as concepções e as práticas dos professores estagiários, tendo como pano de fundo o quadro conceptual definido para o desenvolvimento curricular centrado em competências de literacia científica.**
2. **Avaliar os efeitos da Acção de Formação/Reflexão, em termos de mudanças das concepções, atitudes e práticas dos professores estagiários e na aquisição de competências em literacia científica dos alunos.**
3. **Analisar o desempenho dos alunos, no teste de literacia científica.**
4. **Relacionar o nível de literacia científica dos alunos com a prática pedagógica dos professores estagiários.**

II – DESENHO DA INVESTIGAÇÃO E METODOLOGIA

O desenho da investigação teve como quadro conceptual os diferentes níveis de currículo. Face ao nosso objecto de estudo, pareceu-nos que a melhor opção seria a aplicação de diferentes métodos de recolha e pesquisa de dados, numa conjugação construtiva de metodologias quantitativas e qualitativas, considerada por diversos autores como a via mais fecunda para a investigação educacional (Shulman, 1989; Marcelo García, 1992b). Porém, tal como Riba (1992), estamos conscientes de que as tomadas de decisão, quando se trata de uma investigação em educação, são sempre difíceis, devido à complexidade do fenómeno educativo enquanto fenómeno social.

I – QUADRO CONCEPTUAL

O problema que nos propomos investigar –A formação inicial de professores de ciências (Biologia e Geologia e Física e Química) está a preparar professores capazes de responder ao desafio de um currículo de ciências que visa desenvolver nos alunos competências em literacia científica? – remete-nos para duas questões fundamentais, currículo e desenvolvimento curricular.

Considerando as dimensões comuns encontradas em diferentes definições de currículo, resulta a ideia de que um currículo corresponde a um plano de estudos que “se serve de determinados *meios* (matérias ou conteúdos a estudar, experiências planificadas de aprendizagem, conhecimentos necessários para a realização de determinados desempenhos,...), para atingir determinados *fins* (os produtos esperados das aprendizagens realizadas)” (Trindade, 1996c, p. 77).

Importa acrescentar que o currículo não é um produto rígido, assente na visão dualista que separa a teoria e a prática (racionalidade técnica), mas antes uma hipótese de

trabalho (racionalidade prática), um projecto flexível e dinâmico, que pressupõe a tomada de decisões pelo professor.

O desenvolvimento curricular é, sobretudo, uma “actividade intencional, sequente e sistemática” (Formosinho, 2001, p. 53, nota de roda-pé), com uma forte componente social em que as experiências prévias dos intervenientes (professores e alunos) são factores determinantes.

O desenho da investigação partiu da distinção entre os cinco níveis de currículo:

- *Currículo Formal* (Oficial; Escolar);
- *Currículo Intencional* (Previsto);
- *Currículo Prático* (Real¹⁰⁴, Informal¹⁰⁵, Operacional¹⁰⁶);
- *Currículo Oculto* (implícito, latente, não intencional);
- *Currículo Efectivo*.

O *Currículo Formal* é definido de acordo com as políticas educativas, estabelecendo as orientações curriculares que devem ser seguidas pelos professores e autores de manuais escolares. Este currículo, sendo explícito, não está isento de influências, pois possui as marcas culturais e ideológicas dos seus autores directos e indirectos (poder político ou religioso que ordenou a sua elaboração) (Landshere, 1994). Segundo Coll (1986, citado em Hernández e Sancho, 1994), o currículo oficial é um “projecto que preside às actividades educativas escolares, precisa as suas intenções e proporciona guias de acção adequadas e úteis para os professores que têm a responsabilidade directa da sua execução” (p. 50). Este documento oficial será tanto mais útil, quanto mais próximo estiver das necessidades, crenças e problemáticas, dos professores, dos alunos e também da comunidade a que pertencem (Hernández e Sancho, 1994).

O *Currículo Intencional* é uma conversão do currículo oficial, que requer um importante processo de tomada de decisões. Estas decisões são fortemente condicionadas por crenças e teorias implícitas, ou seja, pelas ideias que os professores possuem sobre o desenvolvimento do aluno, a sua capacidade intelectual e as suas necessidades individuais,

¹⁰⁴ Pacheco, 1996.

¹⁰⁵ Paixão, 1995.

¹⁰⁶ ME-DEB, 1001a, 2001b.

bem como pelas concepções que possuem sobre o conhecimento, a aprendizagem e o seu próprio papel como mediadores sociais (Hernández e Sancho, 1994).

Em termos genéricos, pode dizer-se que o currículo intencional corresponde ao que o professor acha que deve ser feito. Quando planificam, os professores concebem e planeiam experiências educativas que tornem acessível o conhecimento científico e proporcionem a aprendizagem do mesmo. Estes planeamentos baseiam-se tanto nas suas concepções sobre a ciência, o ensino e a aprendizagem, como no conhecimento proposicional e académico, adquirido na formação. Assim, entre o currículo formal e o intencional, existem diferenças, já que a interpretação e recriação que cada professor faz do currículo vai determinar e ter influência decisiva, na forma como planifica e, inevitavelmente, na forma como concretiza as suas práticas.

O *Currículo Prático* é o resultado da configuração real do currículo intencional e da sua experimentação por parte do professor e alunos. Mas, como “os professores não ensinam somente o que dizem, mas também e, sem dúvida, sobretudo o que são” (Landshere, 1994, p. 74), surgem processos e efeitos que, não sendo intencionais, nem estando previstos, irão fazer parte da experiência escolar dos alunos, constituindo o *Currículo oculto*. Com efeito, o currículo prático está sujeito a várias influências ideológicas: a) a estrutura e organização escolares reflectem uma ideologia; b) na sala de aula, o professor reflecte as suas ideologias, através da sua maneira de ser; das suas crenças atitudes e valores relativamente ao género, à raça, cultura, classe social; das suas concepções pedagógico-didácticas de ensino e de aprendizagem; dos efeitos de *halo* e de *Pigmaleão*, geradores de expectativas que podem determinar o sucesso ou insucesso dos alunos; c) os manuais escolares, através das imagens, dos textos e dos exemplos, também são portadores de valores, ideologias e atitudes.

À semelhança do currículo intencional, também o currículo prático é um produto da recriação que o professor faz do currículo formal. Neste sentido, podemos considerar que o currículo intencional é uma recriação de 1.º nível e o currículo prático uma recriação de 2.º nível que reflecte os saberes adquiridos antes da formação, as convicções e crenças pessoais sobre o ensino e aprendizagem e os saberes adquiridos no curso de formação de professores (Paixão, 1995). É, ainda, uma recriação baseada “na compreensão que os professores têm de si próprios, dos seus alunos, dos conteúdos disciplinares, e da pedagogia, designadamente, dos métodos de ensino da disciplina específica” (Fonseca, 2002, p. 52).

Estas ideias, atitudes e comportamentos, em parte adquiridas de forma não reflexiva, constituem uma espécie de “epistemologia espontânea” (Felgueiras, 1993, citado em Craveiro, 1999) que pode converter-se em verdadeiro obstáculo à inovação (Gil Pérez, *et al.*, 1991; Raizen, 1991), não sendo possível transformar o ensino, sem primeiro transformar a epistemologia dos docentes (Bell e Pearson, citados em Gil Pérez *et al.*, 1993). Por conseguinte, as práticas inovadoras e a adaptação do ensino a novas orientações curriculares requerem, previamente, uma “reforma de mentalidades”, sobretudo dos professores, enquanto factor chave que determina o êxito ou o fracasso de qualquer inovação curricular.

É importante reconhecer que cada professor possui concepções, frequentemente inconscientes, que orientam as suas decisões, ao nível da planificação, da forma de conduzir a prática e no modo de avaliar; e que têm um papel tão importante na sua prática pedagógica, como as representações dos alunos na aprendizagem das ciências (Hewson e Hewson, 1987).

O *Currículo Efectivo* é o que se traduz nas aprendizagens dos alunos, sendo uma consequência dos currículos intencional, prático e oculto.

Assim, tendo por base os cinco tipos de currículo, construímos o seguinte desenho experimental: a) elaboração do quadro teórico, a partir das Orientações Curriculares expressas no Currículo Formal; b) análise das concepções e atitudes dos professores sobre desenvolvimento curricular e sobre CTSA – Currículo Intencional; c) observação da prática pedagógica, a fim de conhecer os Currículos Prático e Oculto; d) avaliação das aprendizagens dos alunos, em termos de competências em literacia científica – Currículo Efectivo.

2 – FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Na investigação educacional, em geral, e nos estudos sobre as concepções dos professores, em particular, têm sido utilizados três enfoques metodológicos: a) quantitativo

ou cientificista – procura a generalização de resultados obtidos em amostras grandes; b) qualitativo ou interpretativo – utiliza amostras pequenas que procura aprofundar; c) crítico – utiliza a reflexão crítica sobre a prática (investigação-acção).

Metodologia qualitativa versus metodologia quantitativa

Nos anos 50, instalou-se, na investigação educacional, o debate entre os defensores de procedimentos quantitativos e procedimentos qualitativos (Bardin, 1991). Contudo, as metodologias quantitativas continuaram a predominar nas investigações. Foram as profundas alterações políticas, sociais, económicas e culturais que ocorreram nos anos 60 e 70 que contribuíram para que os investigadores educacionais começassem a adoptar um novo posicionamento metodológico, manifestando interesse pela investigação qualitativa (Bogdan e Biklen, 1992). Apesar de, nos finais da década de 1960, se verificar um aumento substancial de publicações de trabalhos de investigação que utilizavam procedimentos qualitativos, a sua aceitação no seio da comunidade científica estava longe de ser consensual.

Na década de 1970, alguns investigadores educacionais que até aí defendiam a abordagem quantitativa, começam a defender o uso de métodos qualitativos, nomeadamente etnográficos (Bogdan e Biklen, 1992). Desde então, a triangulação metodológica passou a ser utilizada em diversos estudos, mantendo-se, porém, o debate entre os defensores destas duas vias metodológicas.

Alguns autores criticam a subjectividade da abordagem qualitativa, porque, sendo uma prática social de produção de conhecimentos, é influenciada pelo seu autor, instrumento central da recolha de dados. Com efeito, a forma de abordagem da realidade e as estratégias que utiliza na produção do conhecimento vão ser determinantes na relação entre o sujeito e o objecto, podendo influenciar os resultados da pesquisa. É neste sentido que Praia (1995) fala da necessidade do investigador assumir uma postura discreta, de forma a não provocar envolvimento na situação que possa levar a uma deturpação da “realidade” e da perda de sentido crítico, fundamental na análise da situação e do seu contexto. Outra crítica frequente é a impossibilidade de repetir os procedimentos utilizados na recolha de dados, com todo o seu detalhe, pelo que a análise e interpretação dos dados assume enorme relevância nesta metodologia.

Contudo, se a subjectividade constitui uma objecção, a flexibilidade é apontada como um ponto forte na metodologia qualitativa. O facto de não existirem instrumentos rígidos previamente definidos, confere ao investigador a possibilidade de adaptar e reorientar a sua pesquisa, no decurso desta. Na verdade, o processo investigativo não é linear, mas sim interactivo, podendo surgir a qualquer momento relações entre a recolha de dados, hipóteses e elaboração de teorias (Colás Bravo e Buendía Eisman, 1998).

À flexibilidade das investigações qualitativas contrapõe-se a sequencialidade e linearidade, impostas no planeamento de investigações quantitativas o que pode revelar-se uma tarefa difícil, na medida em que exige maior rigor na especificação prévia dos dados a colher, bem como uma definição mais precisa das variáveis a estudar e das hipóteses que se pretende validar. Porém, em contrapartida, no tratamento dos dados, a investigação qualitativa pode apresentar maiores dificuldades que a investigação quantitativa, em virtude destes se apresentarem pouco estruturados.

Bardin (1991) apresenta-nos uma síntese das principais diferenças registadas no campo de acção destas duas metodologias. Refere que a abordagem quantitativa é baseada na recolha de dados de natureza quantitativa (numérica), aos quais se aplica um tratamento estatístico que permite uma análise mais objectiva, mais fiel, mais exacta e mais rígida, em consequência de uma observação melhor controlada. A abordagem qualitativa baseia-se em dados descritivos não quantificáveis, susceptíveis de permitirem inferências, ou seja, procedimentos mais intuitivos, pelo que não só é mais subjectiva, mas também mais flexível e adaptável a situações imprevistas ou à evolução das hipóteses.

Outro aspecto que distingue estas duas metodologias é a finalidade do estudo. Enquanto que a investigação quantitativa pretende a generalização absoluta da explicação dos fenómenos, a investigação qualitativa pretende a compreensão da realidade social tal como ela é vivida e interpretada pelos intervenientes do processo investigativo, procurando uma compreensão holística que põe ênfase na profundidade (Bisquerra, 1996).

Todavia, se para alguns autores as diferenças entre estas duas perspectivas são evidentes, para outros esta distinção não faz sentido, argumentando que a pesquisa quantitativa também é qualitativa e que os dados qualitativos se podem transformar em dados quantitativos (Oliveira, 2001).

Na sequência do debate entre estas duas perspectivas investigativas, a comunidade educacional acaba por reconhecer e aceitar que a investigação de natureza quantitativa não

se opõe à investigação de natureza qualitativa. Pelo contrário, estas duas metodologias são complementares, pois todos os métodos de investigação têm as suas potencialidades e as suas limitações (Bogdan e Biklen, 1992). Bisquerra (1996) vai mais longe colocando-se numa posição em que revaloriza a perspectiva qualitativa como complemento indispensável e insubstituível da quantitativa.

Nos últimos anos, um número crescente de investigadores das Ciências Humanas e Sociais têm vindo a defender a utilização de diferentes técnicas, numa mesma pesquisa (Almeida e Pinto, 1986; Bisquerra, 1996; Simões, 2000; Acevedo Díaz, Acevedo Romero, Manassero Mas e Vázquez Alonso, 2001; Ghiglione e Matalon, 2001). A triangulação metodológica, resultante do confronto e complementaridade dos dados recolhidos e tratados pelas várias técnicas, revela-se um procedimento fundamental, quer na validação instrumental, quer na validação da própria pesquisa. Como salienta Ferreira, “só a multiplicidade de fontes empíricas, cada uma com a validade que lhe é própria, pode devolver-nos a multidimensionalidade das relações sociais” (1986, p. 195).

Não obstante estas duas perspectivas investigativas serem as mais utilizadas na investigação em educação, não podemos deixar de referir a perspectiva crítica, onde se inscreve a investigação-acção que tem vindo a ocupar progressivamente um lugar cada vez mais destacado na pesquisa educacional.

A nossa investigação apresenta uma grande diversidade metodológica, tanto ao nível dos instrumentos de recolha, como ao nível do tratamento dos dados. Para o estudo das concepções e atitudes dos professores, utilizámos um inquérito por questionário. Todavia, as concepções não são directamente observáveis, tendo de ser inferidas a partir daquilo que os professores dizem e fazem (Pajares, 1992), e a atitude manifesta a tendência para traduzir-se em comportamentos, mas não se exprime necessariamente em termos de conduta. Por isso, considerámos indispensável complementar este estudo com a análise documental (planificações de aulas) e a observação da prática pedagógica, esta de grande importância, pois, como afirmam Colás Bravo e Buendía Eisman (1998), a fonte principal e directa dos dados são as situações naturais e nenhum fenómeno pode ser compreendido fora das suas referências espaço-temporais e do seu contexto. Por conseguinte, a investigação desenvolve-se em duas fases distintas, articuladas entre si, com enfoques metodológicos de natureza diferente.

3 – DESCRIÇÃO METODOLÓGICA FUNDAMENTADA DAS FASES DA INVESTIGAÇÃO

A Didáctica das Ciências tem vindo a procurar uma maior unidade conceptual e metodológica, através do reforço dos vínculos entre as distintas linhas de investigação. Neste sentido, Porlán Ariza (1998) afirma que já não faz sentido apresentar listas desestruturadas das linhas de investigação, propondo, em alternativa, investigações centradas em problemáticas inter-relacionadas.

É nesta nova perspectiva da Didáctica das Ciências que o nosso estudo se inscreve. Trata-se de um estudo empírico em que se investiga a formação de professores, com incidência nas concepções e atitudes que fundamentam a sua prática pedagógica. Assim, reunimos informações provenientes de duas linhas de investigação sobre o pensamento do professor, a que se refere ao “conhecimento didáctico do conteúdo” e a que se refere ao “conhecimento do conteúdo”. Enquanto que na primeira nos interessa identificar as concepções e atitudes relacionadas com aspectos do desenvolvimento curricular, na segunda linha de investigação procuramos identificar os saberes e concepções que definem a cultura CTSA dos professores estagiários. Por conseguinte, houve necessidade de cobrir outras linhas de investigação, algumas focalizadas na problemática associada às três componentes “clássicas” do ensino das ciências, “os conceitos”, “os problemas” e “as práticas”; e outras que focam questões, como o “currículo”, as “relações CTSA” e a “história e epistemologia da ciência”.

Deste modo, procurámos constituir um corpo de conhecimentos mais integrado e fundamentado, indo ao encontro de alguns autores (Cachapuz, Praia, Gil Pérez, Carrascosa e Martínez-Terrades, 2001), que defendem a aposta na procura da coerência global, pela inter-relação dos diferentes estudos, superando os tratamentos pontuais, constitui uma característica que se deverá converter num ponto fundamental da investigação em Didáctica das Ciências, à semelhança do que acontece com outros domínios científicos mais consolidados.

Na bibliografia consultada, encontrámos diversos estudos, a nível nacional e internacional, sobre o pensamento do professor, sobre as suas práticas e também sobre literacia científica dos estudantes. Contudo, não encontrámos qualquer trabalho que fizesse o

cruzamento destes estudos, pelo que foi necessário conceptualizar uma investigação que pudesse dar resposta ao problema e hipóteses inicialmente formuladas.

A nossa investigação desenvolveu-se em duas fases: estudo exploratório e estudo de casos mais estudo exploratório, com grupo experimental e grupo de controlo. De acordo com as necessidades específicas do desenho, combinaram-se metodologias de tipo quantitativo (inquérito por questionário) e de tipo qualitativo (observação de aulas e análise documental).

Definidos os objectivos do estudo e guiados pelas hipóteses de trabalho, estabelecemos a metodologia a desenvolver, que passamos a descrever, explicando e fundamentando as decisões que tomámos e os procedimentos que utilizámos, em cada uma das fases do estudo.

3.1 – Fase 1. Estudo Exploratório

A primeira fase da nossa investigação empírica possui um carácter normativo e orientador, em que se procura obter informações relativas aos saberes e concepções que fundamentam a prática pedagógica dos professores.

Trata-se de um estudo exploratório que se inscreve na linha de investigação sobre o pensamento do professor, nas vertentes *conhecimento didáctico do conteúdo* e *conhecimento do conteúdo*. Neste sentido, assumimos que estas concepções e saberes são passíveis de identificação através do instrumento utilizado, neste caso, um inquérito por questionário, que foi aplicado a uma amostra constituída pelos professores estagiários de cursos de formação inicial de professores de Biologia e Geologia e de Física e Química da Universidade de Évora, que realizaram o estágio no ano lectivo de 2003/04.

Nesta fase, pretendemos testar as duas primeiras hipóteses: (1) as práticas pedagógicas dos professores estagiários e as suas concepções sobre desenvolvimento curricular, não estão, em grande parte, de acordo com as novas orientações curriculares para o ensino das ciências; (2) os professores estagiários revelam insuficiência de saberes sobre temáticas CTSA e concepções pouco coerentes com as correntes actuais da filosofia e

sociologia da ciência. No Quadro 20, apresentamos uma descrição sistematizada do estudo exploratório.

Quadro 20

Quadro Sinóptico da Primeira Fase da Investigação – Estudo Exploratório (realizado com os professores)

AMOSTRA	INSTRUMENTO	APLICAÇÃO	OBJECTIVOS
Professores estagiários dos Cursos de Biologia e Geologia e de Física e Química, da Universidade de Évora (n=53)	Inquérito por questionário	Novembro	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar as concepções sobre os objectivos da educação em ciência. • Identificar atitudes relacionadas com a Prática Pedagógica. • Identificar as concepções sobre CTSA. • Identificar o nível de conhecimento de temas de âmbito CTSA. • Identificar as principais fontes de conhecimentos relacionadas com temas CTSA.

3.1.1 – Algumas considerações sobre o Questionário

O uso e utilidade do questionário nas Ciências Sociais e Humanas, tem sido questionado por diversos investigadores. Contudo, é “a técnica de construção de dados que mais se compatibiliza com a racionalidade instrumental e técnica que tem predominado nas ciências e na sociedade em geral ... apesar de todas as limitações apontadas ao seu valor intrínseco enquanto técnica de investigação empírica” (Ferreira, 1986, p. 167).

A modalidade do inquérito por questionário é a mais adequada em pesquisas de carácter extensivo (permite obter dados em amostras amplas e a sua aplicação consome pouco tempo e é de fácil utilização), pois a natureza quantitativa e a capacidade de objectivar informação conferem-lhe o estatuto de excelência e autoridade científica (Ferreira, 1986). É uma técnica que exige um número significativo de indivíduos (colocando-se por vezes o problema da representatividade), que permite a quantificação de uma multiplicidade de

dados e, conseqüentemente, numerosas análises correlacionais (Quivy e Campenhoudt, 1992).

A técnica do questionário, como qualquer outra, apresenta vantagens e limitações. Algumas das críticas vão para os questionários com respostas fechadas, em que existe uma grande probabilidade de respostas ao acaso. Por vezes, o inquirido é colocado perante uma série de questões que podem ser totalmente novas e desconhecidas, mas, face à necessidade de responder, acaba por dar uma resposta ao acaso.

Outro aspecto criticado tem a ver com o modo como as questões são enunciadas, podendo, ocasionalmente, orientar ou induzir a resposta, distorcendo ou enviesando os resultados e, inevitavelmente, comprometendo as conclusões. A impossibilidade de garantir que todos os respondentes, ao lerem os enunciados, entendem o mesmo que o investigador/autor do instrumento é outra das limitações do questionário.

Face a estas limitações e para garantir as condições da qualidade do questionário, máxima fidelidade e validade, é necessário que a sua elaboração obedeça a procedimentos criteriosos, tanto ao nível da construção como da aplicação, devendo ser garantidas as mesmas condições de aplicação do instrumento a todos os sujeitos (Ghiglione e Matalon, 2001).

Nos questionários que avaliam atitudes é frequente o uso de escalas de Lickert. Estas permitem obter informação sistematizada sobre a natureza e a intensidade das atitudes (Landsheere, 1982), sendo por isso o tipo de escala aditiva mais utilizado na investigação de atitudes. A escala de Lickert consiste numa lista de afirmações (proposições, declarações), em relação às quais se solicita aos respondentes que, com base numa escala gradativa e hierarquizada, assinalem, para cada uma das proposições, o seu grau de acordo ou desacordo. Podem ser utilizados intervalos de número variável e cada termo da escala corresponde a um grau ou intensidade a que se faz corresponder um valor numérico. A pontuação total de cada sujeito resulta da soma das pontuações dadas a cada proposição.

Segundo alguns autores, as escalas de atitudes envolve problemas conceptuais e dificuldades metodológicas, sendo o principal problema a ausência de um quadro teórico apropriado; e as maiores dificuldades, a falta de precisão na definição do objecto de atitude que se mede e a falta de validade/fidelidade dos instrumentos de avaliação das atitudes (Vázquez Alonso e Manassero Mas, 1997).

Alguns dos problemas mais frequentes, relacionados com a validade/fidelidade, são: a tendência dos inquiridos para responder, de modo a satisfazer as expectativas que acreditam recair sobre si; os problemas semânticos de significado e compreensão da terminologia utilizada (por exemplo as palavras: frequente, muito, pouco,...); a inadequação do critério, ou seja, a falta de ajuste entre o instrumento e o objecto atitudinal a medir, que é o mais difícil de valorar e medir (Gauld e Hukins, 1980, citados em Vázquez Alonso e Manassero Mas, 1997).

Na construção do nosso questionário, procurámos acautelar estas limitações. Assim, para evitar a desiderabilidade social das respostas, ou seja, a tendência a emitir as respostas que poderão ter maior aprovação social, utilizámos um questionário anónimo que foi aplicado na presença da investigadora o que reforçou a necessidade das pessoas responderem de forma sincera. A realização do teste piloto permitiu-nos corrigir os problemas de semântica e sintaxe. A definição clara do quadro conceptual em que se inscrevem as atitudes constituiu uma prioridade, tendo sido definido a partir das Orientações Curriculares para o Ensino Básico, em geral, e para a área das Ciências Físicas e Naturais, em particular.

Outra limitação, que é específica das escalas de atitudes, é a disposição dos sujeitos responderem de uma determinada maneira, por exemplo de forma extrema ou neutra. Para evitar esta situação, utilizámos itens positivos e negativos e optámos por não incluir, na escala de termos, o termo neutro. Deste modo, os sujeitos têm sempre de optar por um termo que o posiciona num determinado ponto da escala.

Para além dos aspectos referidos, tivemos em consideração que a elaboração de um questionário é uma tarefa delicada que exige normalmente a realização de algumas investigações prévias acerca do que a população alvo conhece sobre o tema em questão, com o fim de escolher os itens adequados e as expressões mais utilizadas, de modo a contribuir para a validade interna.

Dependendo do fim que se tem em vista, a recolha de dados para a construção do questionário pode fazer-se de dois modos: se o objectivo é exclusivamente investigativo, deve começar-se pela realização de uma série de entrevistas a uma pequena amostra da população-alvo, que permitirão conhecer as ideias mais frequentes dessa população, relativamente ao tema em estudo; noutros casos, podem utilizar-se instrumentos utilizados noutros estudos similares, ou podem seleccionar-se os itens a partir de instrumentos congéneres.

Por fim, importa referir que o questionário pode ser usado de forma combinada com outras técnicas de recolha e registo de dados, como, por exemplo, a entrevista semi-estruturada ou a análise documental. Porém, apesar de muito vantajosa, esta associação de instrumentos complementares nem sempre é exequível, por exigir o domínio de diferentes técnicas de investigação; e, ainda, por exigir um maior dispêndio de tempo na recolha e análise de dados e, necessariamente, uma maior disponibilidade do investigador.

3.1.2 – Construção e validação do questionário

Face à inexistência de um instrumento validado que permitisse identificar as concepções e atitudes dos professores na perspectiva em que nos propusemos estudar, houve necessidade de conceber o questionário. Este foi objecto de várias revisões, a fim de lhe conferir a validade de conteúdo necessária para a recolha de informação relativa às variáveis: desenvolvimento curricular e cultura CTSA.

O processo seguido na construção e validação do questionário foi o seguinte:

1. Pesquisa bibliográfica.

A pesquisa efectuada em algumas obras de referência, sobretudo em revistas especializadas no ensino das ciências (descrição de estudos empíricos), permitiu a análise de instrumentos já utilizados por investigadores, na identificação de concepções e atitudes de professores de ciências.

2. Elaboração de um pré-questionário (Anexo 1).

Este foi construído a partir de alguns instrumentos utilizados em diversos trabalhos empíricos sobre o pensamento do professor (Barquín, 1991; Pérez Gómez e Gimeno Sacristán, 1992; Marrero, 1994; Marcelo García, 1995; Pórlan Ariza *et al.*, 1997, 1998; Martínez Aznar, Martín del Pozo, Rodrigo Vega, Varela Nieto, Fernández Lozano e Guerrero Serón, 2001); dos pressupostos retirados do nosso quadro teórico; e da experiência de dez anos de docência na formação inicial de professores de ciências e de orientação pedagógica de estágios de professores de Biologia e Geologia.

As questões foram formuladas, seguindo as recomendações dos especialistas na sua construção. Foram respeitadas as regras de construção quanto à forma e conteúdo, tivemos

cuidados especiais na redacção das questões e itens e utilizámos linguagem clara e facilmente compreensível pelos professores.

3. Validação do pré-questionário por um painel de especialistas.

As questões dos questionários foram validadas por um painel de seis professores, constituído por quatro docentes universitários, especialistas em Didáctica das Ciências (dois Mestres e dois Doutores, um de Didáctica da Física e Química e outro de Didáctica da Biologia e Geologia) e dois docentes do 3.º ciclo do ensino básico (um de Biologia e Geologia e outro de Física e Química). Para que houvesse uma maior unidade de análise, organizou-se um guião (Anexo 2) que submetemos ao seu juízo crítico. Neste guião, incluímos os seguintes tópicos: (1) pertinência das questões face à temática do estudo; (2) compreensão e clareza das questões e itens; (3) apresentação do questionário; (4) dimensão do questionário; (5) apreciação crítica global; (6) sugestões. A apreciação feita e as sugestões do referido painel contribuíram para clarificar ambiguidades, introduzir e/ou eliminar novos itens e melhorar a redacção, a clareza e a objectividade das questões.

4. Aplicação do pré-questionário – Estudo piloto.

O pré-questionário foi submetido a um estudo piloto, a fim de ser testado. A amostra seleccionada para este estudo foi constituída por alunos estagiários de Biologia e Geologia e de Física e Química, que realizaram estágio no ano lectivo de 2002/2003 (os sujeitos da amostra apresentavam características comuns com a amostra que foi utilizada no estudo principal – professores estagiários dos cursos de Biologia e Geologia e de Física e Química, que realizaram o estágio no ano lectivo 2003/2004)¹⁰⁷. Fizeram parte desta amostra vinte e dois estagiários, distribuídos equitativamente pelos dois cursos. Os questionários foram aplicados na presença da investigadora, tendo sido respondidos individualmente por escrito, sem tempo limite.

5. Análise e interpretação dos resultados obtidos no estudo-piloto.

Os dados obtidos permitiram corrigir e alterar algumas questões e itens que demonstraram menos poder discriminatório.

6. Construção do questionário definitivo.

7. Aplicação do questionário – Estudo principal.

¹⁰⁷ De acordo com Quivy e Campenhoudt (1992), qualquer questionário deve ser, previamente, testado num reduzido número de sujeitos pertencentes às diversas categorias da população que vai ser investigada, que deverão ser diferentes dos que vierem a fazer parte da amostra efectiva.

A investigadora contactou todos os núcleos de estágio, a fim de marcar, com cada um, o dia e a hora em que passaria o questionário. Todos os questionários foram respondidos na presença da investigadora que testemunhou a seriedade com que foram dadas as respostas e garantiu que as condições de aplicação não diferissem de núcleo para núcleo. Não foi imposto limite de tempo, sendo a duração média de resposta ao questionário, de 45 minutos.

3.1.3 – Caracterização do Questionário P¹⁰⁸

O questionário (Apêndice 1) possui nove páginas, em que a primeira contém informações sobre o objectivo do estudo, a organização do questionário e instruções simples para o seu preenchimento. As páginas seguintes contêm o *corpus* do questionário, que foi dividido em duas partes: identificação dos sujeitos e concepções e atitudes dos professores.

Identificação dos sujeitos (1.ª Parte)

Para além dos elementos que constituem as três variáveis independentes: idade, género e curso; solicita-se a designação da escola onde o professor estagiário se encontrava a leccionar. Esta informação foi necessária na 2.ª fase do nosso estudo (estudo de caso), para que alguns destes questionários pudessem ser utilizados como pré-teste, nos grupos experimental e de controlo.

Identificação de concepções e atitudes (2.ª Parte)

O questionário foi dividido em duas secções: concepções sobre desenvolvimento curricular (Secção A) e cultura CTSA (Secção B).

Ainda que no quadro conceptual tenhamos esboçado os elementos teóricos que fundamentam o estudo, para facilitar a compreensão da “lógica” da construção do questionário, apresentamos, de forma sintetizada, os pressupostos seguidos e que serviram para a construção dos instrumentos de análise do questionário.

¹⁰⁸ Para facilitar a distinção entre o questionário aplicado aos professores estagiários e o questionário aplicado aos alunos, utilizámos as designações de “Questionário P” e “Questionário A”, respectivamente.

A – Em relação à dimensão desenvolvimento curricular, considerámos dois pressupostos (identificados através do sublinhado) que constituíram objectos de análise.

Os objectivos da educação em ciência devem promover a literacia científica, abrangendo um conjunto de competências que se revelam em diferentes domínios: conceptuais, procedimentais, atitudinais e epistemológicos.

A prática pedagógica deve promover o desenvolvimento de competências em literacia científica, proporcionando experiências educativas activas, diversificadas, integradoras, significativas e socializadoras (por exemplo: a resolução de problemas, as actividades de pesquisa, as actividades experimentais). Na prática pedagógica, a ênfase do ensino deve ser colocada no aluno, na sua capacidade para construir o conhecimento a partir das suas concepções alternativas, num processo dinâmico de interacção social. A planificação da prática pedagógica deve reflectir os princípios orientadores do currículo oficial.

B – Em relação à dimensão CTSA (ciência-tecnologia-sociedade-ambiente) foram considerados três pressupostos, coincidentes com três objectos de análise, identificados através do sublinhado.

A interacção ciência-tecnologia-sociedade-ambiente deve constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes. Por conseguinte, os professores devem possuir não só concepções sobre CTSA, concordantes com as correntes actuais da filosofia, epistemologia e sociologia da ciência, mas também confiança e conhecimento sobre diversos temas contemporâneos de cariz societal (Martins, 2002b). Todos os professores têm de mobilizar saberes sobre temas diversos, umas vezes ligados a conceitos, outras vezes relativos a atitudes e valores e, dado que muitos temas são relativamente recentes ou sobre eles evoluiu muito o conhecimento, é igualmente importante conhecer as fontes de informação a que os professores recorrem com maior frequência.

Na segunda parte do questionário, usámos perguntas fechadas de dois tipos: resposta objectiva (com itens de escolha múltipla) e escala de atitudes – tipo Lickert. A ordem dos itens, dentro de cada questão, foi determinada aleatoriamente, sem recurso matemático.

Formulámos cinco questões fechadas, sendo as quatro primeiras escalas Lickert, (três questões com escala de quatro termos e uma questão com escala de cinco termos) e a última

de escolha múltipla. As questões 1, 2 e 3 (escalas Lickert) incluem itens positivos e negativos, ou seja, itens que traduzem concepções adequadas ou coerentes com o nosso quadro teórico e itens reveladores de concepções que não estão adequadas ou não são coerentes com o quadro teórico. No Quadro 21 apresentamos uma sistematização dos elementos que caracterizam o questionário.

Quadro 21

Quadro Sinóptico do Questionário P (aplicado aos professores)

	QUESTÕES				Objectivos
	Questão	N.º de itens	Tipo	Tema	
S E C Ç Ã O A	1	15	Escala tipo Lickert com 4 intervalos: Nada importante Pouco importante Importante Muito importante	Objectivos da educação em ciência para o 3.º ciclo do ensino básico.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar as concepções acerca dos objectivos da educação em ciência, de acordo com as categorias: <ul style="list-style-type: none"> - objectivos conceptuais - objectivos processuais - objectivos atitudinais - objectivos epistemológicos
	2	30	Escala tipo Lickert com 4 intervalos: Discordo totalmente Discordo Concordo Concordo totalmente	Atitudes do professor relativamente a diferentes aspectos da prática pedagógica.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar concepções e atitudes relacionadas com a prática pedagógica, de acordo com as categorias: <ul style="list-style-type: none"> - conteúdos - experiências educativas - planificação
S E C Ç Ã O B	3	14	Escala tipo Lickert com 4 intervalos: Discordo totalmente Discordo Concordo Concordo totalmente	Compreensão sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).	<ul style="list-style-type: none"> Identificar concepções sobre CTSA, nas seguintes categorias: <ul style="list-style-type: none"> - tomadas de decisão - relações CTSA - natureza e desenvolvimento da ciência
	4	33	Escala tipo Lickert com 5 intervalos: Não conheço Conheço pouco Conheço o suficiente Conheço bem Conheço muito bem	Temas actuais de âmbito ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar o nível de conhecimentos em temas actuais de âmbito ciência, tecnologia, sociedade e ambiente
	5	13	Escolha múltipla	Fontes de informação de temas de âmbito CTSA.	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer as principais fontes de informação relacionadas com temas actuais de âmbito ciência, tecnologia, sociedade e ambiente

Importa referir que, nas questões 1, 2 e 3, não incluímos a alternativa “SO” (sem opinião), que nalguns casos funciona como refúgio à pergunta, congregando, em média, mais de 22% das respostas (Ferreira, 1986). A nossa opção pela escala de quatro termos justifica-se por duas razões: primeiro, porque no questionário piloto este termo integrava as escalas de Likert e não foi escolhido por nenhum dos respondentes; segundo, porque, sendo uma opção que pode revelar quer desconhecimento da temática, quer ausência de opinião, pareceu-nos desnecessária. Como todos os itens dizem respeito a assuntos familiares dos professores estagiários, estes não podem alegar desconhecimento e, por outro lado, pareceu-nos razoável exigir dos professores uma posição definida em relação a cada proposição.

Relativamente à posição intermédia do tipo “concordo parcialmente”, tomámos a decisão de não a incluir nas nossas escalas, porque considerámos que está implícita na alternativa “concordo” e porque pactuamos com os autores que defendem a utilização de um número par de termos, diminuindo a possibilidade de escolher uma categoria neutra, que constitui resposta cómoda face à rejeição de respostas polares (Schuman e Presser, citados em Ferreira, 1986).

A **Secção A** do questionário, destinada a avaliar concepções e atitudes sobre desenvolvimento curricular, foi dividida em duas dimensões: objectivos da educação em ciência (questão 1) e concepções e atitudes relacionadas com a prática pedagógica (questão 2). Dada a amplitude de aspectos que se podiam incluir em cada dimensão, seleccionámos os que iam mais ao encontro das nossas necessidades e intenções investigativas, fundamentados na reflexão sobre o que considerámos relevante para caracterizar o pensamento dos professores estagiários.

Do nosso ponto de vista, estas duas dimensões são fundamentais para o estudo das concepções e atitudes sobre desenvolvimento curricular. Na verdade, conhecer o pensamento dos professores em relação aos objectivos da educação em ciência é essencial, pois sublinha Ruba (1982, citado em Costa, 2003), muito do modo como se organiza o ensino, como se escolhem recursos ou como se decide sobre que metodologias seguir depende, em larga medida, das finalidades que nos propomos desenvolver.

Do mesmo modo, as concepções relacionadas com determinados aspectos da prática pedagógica, reveladas através de atitudes que podem ser conhecidas, medidas e modificadas (Colás Bravo e Buendía Eisman, 1998), são recursos essenciais.

Tratando-se de um estudo com uma forte componente investigativa de atitudes, importa esclarecer o seu significado. Neste contexto, a atitude deve ser entendida como uma predisposição para responder a um objecto e não ao comportamento efectivo perante ele. Cook e Sellitz definem as atitudes como uma disposição fundamental que intervém juntamente com outras influências, na determinação de uma diversidade de condutas, perante um objecto ou classe de objectos, que incluem crenças e sentimentos acerca do objecto e acções de aproximação ou afastamento em relação a ele (1964, citados em Zapata Castañeda, 2001). Raviolo, Siracusa e Herbel (2000) partilham desta noção, pois definem atitude como uma tendência ou disposição de actuação, em que está presente uma componente comportamental, uma componente afectiva (preferências) e uma componente cognitiva que inclui os conhecimentos e as crenças.

Manassero Mas *et al.* (2004) definem atitude como um conceito que integra simultaneamente três elementos: cognitivo, afectivo e comportamental. Consideram as atitudes como um conjunto organizado e duradouro de convicções e crenças (elemento cognitivo), dotadas de uma predisposição ou carga afectiva favorável ou desfavorável (elemento afectivo), que guia a conduta da pessoa em relação a um determinado objecto social (elemento comportamental).

Trindade (1996a), numa revisão bibliográfica sobre o conceito de atitude apresenta uma sistematização das características que tradicionalmente são atribuídas às atitudes, em torno das quais têm sido construídas as definições mais correntes:

1. Referem-se a um objecto, que pode ser concreto ou abstracto, mas possui sempre valor social para o sujeito;
2. Têm uma componente cognitiva que engloba os conhecimentos que o sujeito possui em relação ao objecto;
3. Possuem uma componente afectiva preenchida pela avaliação que o sujeito faz do objecto e, pode ser positiva ou negativa;
4. Apresentam uma componente conativa, ou seja, uma predisposição para responder em relação ao objecto;
5. São aprendidas, sofrendo por isso influências sociais;
6. São duradoiras, isto é, prolongam-se suficientemente no tempo para serem estáveis, mas de modo suficientemente transitório para permitirem a sua mudança;

7. São consistentes, isto é, relacionam-se com comportamentos específicos, permitindo prevê-los.

Em educação, as atitudes constituem um importante campo de investigação. De acordo com Vázquez Alonso e Manassero Mas (1997), são causa e efeito da aprendizagem. Como “causa”, as atitudes, consoante sejam positivas ou negativas, podem favorecer ou dificultar a aprendizagem; como “efeito”, as atitudes podem ser consideradas um conteúdo de aprendizagem e, conseqüentemente, podem ser educadas e aprendidas.

A **questão 1** (*Avalie a importância de cada um dos objectivos a seguir enunciados, na perspectiva da educação em ciência, ao nível do 3.º ciclo do ensino básico*) é constituída por quinze itens, catorze correspondem a frases, em relação às quais os respondentes têm de indicar o grau de importância que atribuem a cada uma, utilizando uma escala de quatro termos, graduada desde “nada importante” até “muito importante”. O último item dá possibilidade de indicar outro(s) objectivo(s) considerado(s) importante(s) e que não constem da lista fornecida.

Existem sete itens “negativos” (assinalados com *) e sete itens “positivos” (Quadro 22). Os itens positivos correspondem a objectivos considerados essenciais no quadro do actual paradigma do ensino das ciências.

Quadro 22

Itens da Questão 1 do Questionário P

1.1	Promover a compreensão dos principais conceitos, leis e teorias da ciência.*
1.2	Desenvolver a capacidade de resolução de problemas.
1.3	Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciência.
1.4	Proporcionar a aquisição de conhecimentos científico-tecnológicos, necessários ao prosseguimento dos estudos.*
1.5	Promover a compreensão da construção e do desenvolvimento do conhecimento científico.
1.6	Desenvolver a capacidade de tomar decisões fundamentadas perante, o desenvolvimento científico e tecnológico.
1.7	Fomentar o respeito pela ciência como conhecimento universalmente verdadeiro.*
1.8	Desenvolver a compreensão das potencialidades e limites da ciência e tecnologia.
1.9	Desenvolver a capacidade de utilizar o método científico.*
1.10	Promover o conhecimento de aplicações da ciência e tecnologia no dia-a-dia.*
1.11	Promover a compreensão das etapas do método científico.*

Quadro 22
(continuação)

1.12	Promover a compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos genéricos, relacionados com o quotidiano dos alunos.
1.13	Desenvolver a capacidade de utilizar procedimentos instrumentais (manuseio de instrumentos de medida, montagem de dispositivos ...).*
1.14	Desenvolver a capacidade de realizar investigação científica.
1.15	Outros (especifique).

A **questão 2** (*As afirmações desta questão referem-se a diferentes atitudes do professor de ciências, em situação de prática pedagógica. Indique qual deve ser, na sua opinião, a atitude do professor de ciências*) destina-se a identificar atitudes dos professores estagiários relacionadas com o “saber fazer profissional”, através do grau de acordo ou desacordo, em relação a proposições que descrevem diferentes atitudes do professor, variando numa escala de quatro termos, desde o “discordo totalmente” até ao “concordo totalmente”.

Esta questão contém trinta itens, quinze itens são positivos e revelam concepções actuais, de pendor construtivista, coerentes com as novas orientações curriculares para o ensino das ciências; e quinze são “negativos” (identificados com *), tendo subjacentes concepções ultrapassadas, geralmente fundamentadas no empirismo e indutivismo, pouco coerentes com as que a investigação em ciências considera adequadas (Quadro 23).

Quadro 23
Itens da Questão 2 do Questionário P

2.1	Dar a conhecer relatos de como ideias importantes se divulgaram e foram aceites e desenvolvidas ou rejeitadas e substituídas, para que os alunos compreendam a história da ciência.*
2.2	Promover a realização de exercícios do manual escolar, para a consolidação de conhecimentos.*
2.3	Corrigir, sempre que possível, as ideias erradas dos alunos.*
2.4	Colocar maior ênfase nos procedimentos do que nos resultados das actividades experimentais.
2.5	Fornecer o protocolo das actividades experimentais, para que os alunos não cometam erros e cheguem mais rapidamente aos resultados esperados.*
2.6	Apresentar os conteúdos sob a forma de mapas de conceitos, para facilitar a compreensão e aprendizagem dos mesmos.*
2.7	Promover a exploração de situações do dia-a-dia que permitam avaliar as potencialidades e limitações da ciência e da tecnologia.
2.8	Levar os alunos a usar as <i>Novas Tecnologias de Informação e Comunicação</i> , na pesquisa e recolha de informação.

Quadro 23
(continuação)

2.9	Estimular a aplicação de conhecimentos e processos científicos, na interpretação de fenómenos quotidianos e/ou de novos fenómenos.
2.10	Estimular o uso de questões: “como?”, “quando?”, “porquê?”, “onde?”, “o quê?”.
2.11	Promover a realização de experiências, para que os alunos compreendam como se constrói o conhecimento científico.*
2.12	Levar os alunos a reflectir sobre as suas ideias e a tomá-las como ponto de partida, no ensino/aprendizagem de novos conceitos.
2.13	Organizar os conteúdos curriculares de forma sistematizada, sequencial e linear.*
2.14	Relatar aspectos da história da ciência, para evidenciar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.*
2.15	Promover actividades em que os alunos analisam informação sobre o contexto em que surgiram os conceitos e como evoluíram.
2.16	Promover investigações em que os alunos têm de planear e executar actividades experimentais.
2.17	Privilegiar a dimensão científica, no debate de temas polémicos (sexualidade, toxicodependência, tabagismo, alcoolismo ...).*
2.18	Organizar o ensino/aprendizagem, de acordo com as características psicológicas e sociais médias da turma.
2.19	Apresentar situações problemáticas e orientar os alunos, para que cheguem à solução mais correcta ou aos conceitos pretendidos.*
2.20	Fornecer “apontamentos” sobre os principais conceitos para os alunos registarem no caderno.*
2.21	Promover o debate de questões sobre a natureza da ciência (papel da teoria e da hipótese, metodologia científica, a ciência como actividade humana e social...).
2.22	Implementar a realização de actividades que exijam a mobilização e articulação de saberes de diferentes áreas científicas.
2.23	Realizar actividades experimentais para demonstrar conceitos e/ou teorias.*
2.24	Utilizar o manual escolar, como principal fonte de informação para seleccionar e organizar os conteúdos.*
2.25	Promover actividades em que os alunos avaliem as implicações sociais e/ou ambientais da ciência e tecnologia.
2.26	Organizar os conteúdos curriculares, em função das necessidades e dos interesses dos alunos.
2.27	Criar situações problemáticas sobre diversos temas, para que os alunos utilizem metodologia científica.
2.28	Recorrer a diferentes fontes de informação (artigos/suplementos da imprensa diária e semanal, programas televisivos, Internet, conhecimentos do senso comum), para preparar actividades de ensino/aprendizagem.
2.29	Utilizar diferentes recursos visuais, para aumentar a motivação dos alunos, facilitando a aprendizagem dos conteúdos.*
2.30	Definir previamente os conteúdos, depois os objectivos e, por fim, seleccionar as estratégias mais adequadas.*

Na **secção B**, cultura em CTSA, considerámos três dimensões: concepções sobre a interacção entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (questão 3), conhecimento de temas

actuais de âmbito CTSA (questão 4) e principais fontes de conhecimento de temas de âmbito CTSA (questão 5).

A **questão 3** (*Avalie as concepções sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a seguir referidas*) é constituída por catorze itens que correspondem a afirmações, em relação às quais os respondentes têm de indicar o grau de concordância ou discordância, através de uma escala de quatro termos, graduada desde “discordo totalmente” até “concordo totalmente”. Existem sete itens negativos (assinalados com *) e sete itens positivos. Os itens positivos correspondem a concepções consideradas adequadas, no quadro da filosofia contemporânea da ciência. (Quadro 24).

Quadro 24

Itens da Questão 3 do Questionário P

3.1	Os conhecimentos científicos e tecnológicos são necessários para resolver problemas do quotidiano.
3.2	O conhecimento científico é uma forma de conhecimento objectiva e correcta.*
3.3	Os desenvolvimentos científico e tecnológico devem ser controlados pelos políticos.*
3.4	A ciência e a tecnologia contribuem para o bem-estar e para melhorar a qualidade de vida.
3.5	A sociedade deve participar nas tomadas de decisão sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.
3.6	Os valores éticos devem condicionar os desenvolvimentos científico e tecnológico.
3.7	Só os especialistas devem tomar decisões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.*
3.8	A ciência e a tecnologia têm desenvolvimentos independentes.*
3.9	Os progressos científico e tecnológico condicionam o desenvolvimento da sociedade.
3.10	Muitos problemas sociais e ambientais são uma consequência do progresso científico e tecnológico.*
3.11	Na produção do conhecimento científico, a criatividade e a intuição são tão importantes, como o rigor metodológico.
3.12	A actividade científica é realizada exclusivamente por cientistas.*
3.13	A ciência é um produto da actividade humana, do contexto e da cultura em que se desenvolve.
3.14	A ciência é o resultado do trabalho de cientistas que procuram satisfazer a sua curiosidade e/ou os seus interesses.*

A **questão 4** (*Indique o nível de conhecimentos que julga possuir em relação a diferentes temas actuais que possam constituir temáticas de ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, passíveis de ser abordados na sala de aula*) contém trinta itens, correspondendo cada um a um tema actual de âmbito CTSA. Seleccionámos temas considerados actuais, por terem sido referenciados com alguma frequência nos meios de comunicação social, durante o

ano de 2003 (de Janeiro a Outubro). Os respondentes têm de indicar o grau de conhecimento que julgam possuir, em relação a cada um dos temas, utilizando uma escala de cinco termos, que varia do “não conheço” a “conheço muito bem”. No Quadro 25 apresentamos a lista de temas incluídos no questionário.

Quadro 25
Itens da Questão 4 do Questionário P

SIDA (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida)	Fosfatos
Diabetes	CFCs (clorofluorcarbonetos)
Radiação dos telemóveis	Buraco de ozono
Antrax	Aterro sanitário
Nitrofurano	ETAR (estação de tratamento de águas residuais)
Radioactividade	Aerossóis
Raios ultravioletas	Compostagem
Raios infravermelhos	Desenvolvimento sustentável
Conservantes alimentares	Clonagem
Aditivos alimentares	Fecundação “in vitro”
Colesterol	Inseminação artificial
Alimentos transgénicos	Energia atómica
Incineração	Energias alternativas
Chuvas ácidas	Gás natural
Efeito de estufa	Energia nuclear

A **questão 5** (*Indique as principais fontes de informação, onde adquiriu os conhecimentos que referiu na questão anterior*) contém treze itens de escolha múltipla, em que doze referem diferentes fontes de informação e o último permite acrescentar outra(s) fonte(s) que não conste(m) da lista. Os respondentes devem seleccionar os itens que correspondem às fontes de informação que mais contribuíram para os conhecimentos que julgam possuir acerca de diferentes temas de âmbito CTSA. No Quadro 26 apresentamos a lista de itens incluídos na questão 5.

Quadro 26

Itens da Questão 5 do Questionário P

5.1	Manuais escolares
5.2	Livros científicos
5.3	Revistas de divulgação científica/tecnológica
5.4	Enciclopédias
5.5	Internet
5.6	Artigos/suplementos da imprensa diária/semanal
5.7	Visitas a museus ou exposições temáticas
5.8	Televisão (noticiários ou programas específicos)
5.9	Participação em congressos/seminários sobre temas específicos
5.10	Cursos de especialização
5.11	Disciplinas científicas do curso
5.12	Disciplinas pedagógicas do curso
5.13	Outras (especifique).

3.2 – Fase 2. Estudo de Caso e Estudo Exploratório

O estudo de caso tem tido um enorme desenvolvimento na investigação sobre a formação de professores, sendo utilizado para aprofundar o pensamento e acção de amostras reduzidas de professores, com o objectivo de recolher dados, de modo sistemático, através de contacto directo em contextos e situações específicas. Esteve (1997) refere-se ao estudo de caso como um método holístico que permite estudar minuciosamente a significação de um acontecimento ou de um processo de inter-relação, que respeita o contexto natural onde ocorre.

Este método baseia-se em descrições devidamente contextualizadas sobre uma realidade complexa e sujeita a interpretações, sempre precedidas por uma teorização e pressupondo uma reflexão analítica que lhes confere valor epistémico (Alarcão e Tavares, 2003), pois “um caso tem de ser explicado, interpretado, discutido, dissecado e reconstruído (...) não há nenhum conhecimento verdadeiro de caso sem a correspondente interpretação teórica” (Shulman, 1986, p. 11). De acordo com Stake (1994, citado em Sanches e Silva,

1998), os casos são estudos de natureza qualitativa que reflectem o pensamento do investigador sobre situações concretas, privilegiando processos de carácter interpretativo e descritivo.

Para além do estudo de caso desenvolvido com os professores, esta segunda fase da nossa investigação inclui um estudo exploratório, para avaliar o desempenho dos alunos num questionário de literacia científica.

No estudo de casos, podem ser utilizadas dois tipos de técnicas de recolha de dados: técnicas directas (observação, entrevistas, histórias de vida) e indirectas (documentos). No presente estudo, recorreremos às seguintes técnicas de recolha de dados: o inquérito por questionário, para identificar concepções e atitudes dos professores estagiários (o mesmo questionário que foi utilizado na 1.^a fase do estudo); a análise documental (planificação de uma unidade curricular); a observação de aulas (correspondentes à planificação analisada); e um questionário, para avaliar o desempenho em literacia científica dos alunos.

Consideramos que a análise de planificações e a observação de aulas, são duas técnicas extremamente úteis, na medida em que reflectem as decisões que os professores tomam, em dois momentos importantes, antes e durante a sua prática, ou seja, na fases pré-activa e inter-activa (Blanco e Pacheco, 1991). Por outro lado, o modo como os professores planificam e concretizam as suas práticas reflecte os saberes e concepções adquiridos, de forma explícita e/ou implícita, durante a sua formação académica.

O conjunto das informações recolhidas destas três técnicas permite-nos traçar a performance geral dos professores estagiários, em referência ao quadro teórico que definimos a partir do que a investigação educacional preconiza para o actual ensino das ciências e que o Currículo Nacional do Ensino Básico e as Orientações Curriculares para a área de Ciências Físicas e Naturais recomendam.

Na tabela seguinte, apresentamos um quadro sinóptico com a descrição sistematizada desta segunda fase do nosso estudo (Quadro 27).

Quadro 27

Quadro Sinóptico da Segunda Fase da Investigação – Estudo de Casos (professores) e Estudo Exploratório (realizado com alunos)

AMOSTRA	INSTRUMENTOS	APLICAÇÃO	OBJECTIVOS
Professores estagiários (n=5)	Questionário P* (pré-teste)	Novembro	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar concepções e atitudes relacionadas com o ensino-aprendizagem das ciências e identificar os saberes e concepções que definem a cultura CTSA dos professores estagiários. • Analisar o desempenho dos alunos no questionário de literacia científica. • Implementar uma Acção de Formação/Reflexão que contribua para a mudança conceptual e atitudinal dos professores, promovendo as competências necessárias para desenvolver um currículo centrado em competências de literacia científica. • Analisar as planificações e registos de aulas. • Comparar os resultados obtidos pelos professores, no pré-teste e no pós-teste. • Comparar os resultados obtidos pelos alunos no pré-teste e no pós-teste.
Alunos do 8.º ano dos professores estagiários (n=98)	Questionário A** (pré-teste)	Janeiro	
Professores estagiários do grupo experimental (n=3)	Acção de Formação/Reflexão	Fevereiro e Março	
Professores estagiários (n=5)	Planificações de uma unidade didáctica	Abril/Maio	
	Observação de aulas	Abril/Maio	
	Questionário P* (pós-teste)	Junho	
Alunos do 8.º ano dos professores estagiários (n=87)	Questionário A** (pós-teste)	Junho	

* Designação atribuída ao questionário destinado a identificar as concepções e atitudes dos professores estagiários.

** Designação atribuída ao questionário de literacia científica aplicado aos alunos.

O Questionário P e as planificações permitem identificar as concepções dos professores estagiários, associadas ao currículo intencional. Enquanto que as respostas ao questionário traduzem as concepções e atitudes dos professores, num plano meramente ideológico, as planificações permitem identificar as concepções e atitudes dos professores estagiários de um modo contextualizado, mais próximo da realidade, em que desenvolvem a sua prática pedagógica, ainda que num plano ideológico ou intencional. Por fim, a observação das práticas pedagógicas permite avaliar o “saber em acção”, ou seja, as competências dos professores estagiários (o saber, saber-fazer, saber-estar e saber-ser).

Nesta 2.^a fase, utilizámos metodologias qualitativas na análise das planificações e do registo da observação das aulas e metodologias quantitativas na análise dos questionários, privilegiando-se a análise descritiva dos resultados.

A amostra utilizada no estudo de casos foi constituída por cinco professores estagiários que foram retirados da totalidade da amostra estudada no estudo exploratório, distribuídos por dois núcleos de estágio. Um dos núcleos funcionou como grupo experimental, tendo sido sujeito a uma Acção de Formação/Reflexão; o outro serviu de grupo de controlo, não tendo recebido qualquer formação específica, seguindo os procedimentos de formação habituais, de acordo com o contexto da situação de formação.

A escolha dos dois núcleos de estágio não foi aleatória. Obedeceu a alguns critérios de selecção, que considerámos imprescindíveis para garantir a validade da investigação, e esteve sujeita a diferentes condições, nomeadamente de ordem prática e de interesse pessoal.

Começámos por seleccionar escolas de Évora, uma vez que tornaria mais fácil o trabalho dos investigadores, que residiam nesta cidade. Estabelecemos um primeiro contacto com os orientadores das três escolas, com núcleos de estágios, no sentido de auscultar do seu interesse em que os professores estagiários do seu núcleo participassem na nossa investigação. Em seguida, contactámos os respectivos professores estagiários, para lhes apresentar o nosso projecto de investigação e sondar o seu interesse e disponibilidade para participar.

Depois, foi necessário decidir com que ano de escolaridade iríamos desenvolver o nosso projecto de investigação (teria de ser o 7.º, 8.º ou 9.º ano, uma vez que todo o nosso quadro conceptual se desenvolveu em torno do currículo definido para o 3.º ciclo do ensino básico). Como as Ciências Naturais, nas escolas onde se encontravam os núcleos de estágio seleccionados, só eram leccionadas nos 7.º e o 8.º anos, tínhamos apenas estas duas possibilidades. A escolha foi, por razões que nos parecem óbvias, o 8.º ano, primeiro porque é o ano que está mais próximo do final do 3.º ciclo, supondo-se que os alunos já teriam adquirido muitas das competências definidas para este ciclo; segundo, porque iríamos aplicar parte de um questionário que foi concebido para alunos de quinze anos, logo a média das idades neste nível de escolaridade seria a mais próxima dos quinze.

A escolha dos núcleos de estágio com que iríamos trabalhar foi efectuada com base num critério relacionado com o desenho da própria investigação e que constituiu, inevitavelmente, um factor limitante na escolha. Como pretendíamos assistir a aulas dos

professores estagiários, quando estivessem a leccionar a mesma unidade, era necessário optar por núcleos em que as aulas de Ciências Naturais não se sobrepujassem. Os núcleos de estágio que satisfizeram esta condição foram os da Escola Básica 2,3 André de Resende e da Escola Secundária Severim de Faria. O primeiro era constituído por dois professores estagiários, cada um responsável por uma turma de 8.º ano; e o segundo, formado por três estagiários que leccionavam as duas turmas de 8.º ano, em regime de co-docência. O passo seguinte foi a selecção dos grupos experimental e de controlo, que optámos por fazer de forma aleatória. Por último, contactámos os Conselhos Executivos destas escolas, a fim de obtermos a sua autorização para realizarmos o estudo.

A Acção de Formação/Reflexão foi concebida para ajudar os professores a ultrapassar as concepções e atitudes inadequadas e a adquirir as competências requeridas pelo actual paradigma da educação em ciência. Para o efeito procedemos ao levantamento de necessidades de formação, entendida como uma técnica e um conjunto de procedimentos ao serviço da planificação da formação.

A preocupação com a racionalização dos sistemas educativos, a ambição de conseguir planos de formação mais estruturados e eficazes, o anseio de responder adequadamente às exigências sociais, a intenção de encontrar procedimentos ajustados à avaliação; contribuíram para o desenvolvimento de modelos sistémicos de planificação, nos quais a análise de necessidades surge como um procedimento fundamental (Rodrigues e Esteves, 1993).

No âmbito das acções de formação, a análise de necessidades pode ser considerada como uma estratégia de grande utilidade pelas implicações que pode ter na reformulação de objectivos, conteúdos e actividades de formação. Analisar necessidades significa conhecer os interesses, as expectativas, os problemas da população a formar, para garantir a adequação do plano de formação. Na opinião de Oliver Trobat (2002), existe um amplo consenso em considerar a análise de necessidades de formação como o primeiro elemento do ciclo de planificação, implementação e avaliação, sendo esta análise imprescindível para estabelecer objectivos, prioridades e decisões sobre programas de formação.

Sendo a palavra necessidade polissémica, importa clarificar que neste contexto e de acordo com Montero Mesa (1987, citado em Marcelo García, 1995), as necessidades de formação dos professores devem ser entendidas como os desejos, problemas, carências e

deficiências percebidas pelos professores no desenvolvimento da sua prática de ensino. Neste sentido, trata-se de uma análise de necessidades centrada no formando, visando a consciencialização das suas lacunas, problemas, interesses e motivações. Este torna-se parte integrante do processo formativo, sendo concebido, não como mero objecto de formação, mas como sujeito privilegiado desta.

A análise de necessidades surge associada a um dispositivo de pesquisa, susceptível de fornecer informações precisas para orientar e guiar a acção. As estratégias mais utilizadas para o diagnóstico de necessidades são a observação mais ou menos estruturada; a entrevista individual ou de grupo, nas suas diferentes formas; os registos e relatos (por exemplo, os diários e os *portfólios*) e os questionários.

O estudo exploratório, realizado na 1.^a fase da nossa investigação, facultou-nos um primeiro conjunto de indicações sobre as necessidades de formação dos professores. Estas informações foram complementadas por indicadores recebidos no decurso de um diálogo, que estabelecemos com os professores do grupo experimental, sobre as principais dificuldades, problemas, carências, e interesses emergentes da sua prática docente. Importa referir que as necessidades que cada um expressa, são criadas num dado contexto com duplo sentido: porque o sujeito as cria quando as expressa e porque expressa as necessidades para as quais o meio contribuiu (Rodrigues e Esteves, 1993).

3.2.1 – Os questionários

O questionário P, usado no estudo exploratório serviu, no estudo de caso, de pré-teste e de pós-teste. Depois de escolhidos os grupos de controlo e experimental, retirámos da amostra do estudo exploratório os questionários respondidos pelos cinco professores estagiários que integraram o estudo de caso, obtendo, deste modo, o pré-teste. No final do ano lectivo (Junho), aplicámos novamente este questionário aos cinco professores, que funcionou como pós-teste.

Os questionários para identificação da literacia científica dos alunos foram aplicados em quatro turmas do 8.º ano, duas do grupo experimental e duas do grupo de controlo. A aplicação destes questionários ocorreu durante as aulas de Ciências Naturais. As explicações para o preenchimento, bem como os objectivos do estudo e alguns esclarecimentos, foram fornecidos pessoalmente pela responsável pelo estudo, que permaneceu na sala durante o tempo de realização do mesmo, assegurando-se de que as condições de aplicação se mantinham nas diferentes turmas. A resolução do questionário ocupou, em média trinta minutos da aula, após o que se procedeu à sua recolha.

Utilizámos o mesmo questionário como pré-teste e pós-teste, a fim de podermos comparar o desempenho dos alunos no teste de literacia científica, no grupo de controlo e no grupo experimental. O pré-teste foi aplicado no mês de Janeiro, antes de termos iniciado a Acção de Formação/Reflexão; e o pós-teste foi aplicado no mês de Junho.

O questionário de literacia científica foi construído a partir do questionário utilizado no estudo internacional PISA 2000, cujo enquadramento conceptual apresentamos no Anexo 3. Deste questionário, só foi permitida a divulgação de oito itens que se encontram organizados em duas unidades de avaliação, cada uma dedicada a um problema ou assunto particular. Uma das unidades incide exclusivamente no tema “Biologia humana” e a outra inclui questões sobre “Biologia humana” e “Alterações atmosféricas”.

As unidades de avaliação contêm material de suporte em que se descrevem situações de vida real, retiradas de fontes autênticas, apresentadas sob a forma de texto, tabela ou diagrama. Em cada unidade, existem quatro questões ligadas ao mesmo material de suporte, requerendo cada questão o uso de uma ou mais competências e algum conhecimento científico. Foram utilizados dois tipos de itens, em função do nível de competência exigido. Os itens de escolha múltipla, foram geralmente associados a processos científicos mais simples e os itens de resposta aberta foram utilizados na avaliação de processos científicos de nível mais elevado, podendo ser avaliados como parcialmente correctos, correctos ou errados.

A primeira decisão que tomámos foi sobre os itens a incluir no questionário. Devido à grande quantidade de informação que é fornecida nos dois grupos de questões, considerámos que o questionário com os oito itens tornar-se-ia demasiado extenso,

atendendo à média das idades¹⁰⁹ dos alunos da nossa amostra e ao tempo que estes dispunham para responder (cinquenta minutos). Assim, houve necessidade de seleccionar um dos grupos de questões. Como a amostra era constituída por alunos do 8.º ano e o tema “Biologia humana” não é abordado, nem no 7.º ano nem no 8.º ano, pareceu-nos mais razoável a opção pelo grupo de questões que incluíam o tema “Alterações atmosféricas”, uma vez que é um assunto estudado no 8.º ano, com o qual os alunos têm alguma familiaridade.

Na tabela seguinte (Quadro 28), apresentamos uma sinopse do questionário utilizado na avaliação do desempenho em literacia científica dos alunos. Indicamos, para cada item, o tema tratado, os conceitos científicos envolvidos, o domínio de aplicação, a sua relevância, as competências científicas avaliadas e a categoria da tarefa (grau de dificuldade da questão).

Quadro 28
Quadro sinóptico do Questionário A

ITENS	TEMAS	CONCEITOS CIENTÍFICOS	DOMÍNIOS DE APLICAÇÃO	RELEVÂNCIA	COMPETÊNCIAS CIENTÍFICAS	CATEGORIA DA TAREFA
1	Alterações atmosféricas	Poluição, ozono	Ciência, Terra e Ambiente	Histórica	Comunicação de conclusões válidas	Difícil
2	Alterações atmosféricas	Ozono, troposfera, estratosfera	Ciência, Terra e Ambiente	Global	Aplicação do conhecimento científico	Intermédia
3	Biologia humana	cancro	Ciência, Vida e Saúde	Global	Aplicação do conhecimento científico	Fácil
4	Alterações atmosféricas	Ozono, clorofluorocarbonetos (CFC)	Ciência, Terra e Ambiente	Global	Reconhecimento de questões investigáveis cientificamente	Intermédia

Construímos uma primeira versão do questionário, baseada na reprodução integral do documento a que tivemos acesso (GAVE-ME, 2003). Este foi aplicado num estudo piloto, realizado em Maio de 2003, numa turma de 8.º ano, com vinte e oito alunos.

¹⁰⁹ O questionário utilizado no PISA 2000 foi aplicado a alunos portugueses de quinze anos.

Os questionários foram respondidos individualmente, sem tempo limite. Durante a resolução, os alunos solicitaram, por diversas vezes, a ajuda da investigadora, revelando dificuldades de interpretação e processamento da informação escrita, devido à incompreensão da linguagem utilizada. A partir destes dados e da análise e interpretação dos resultados obtidos no estudo piloto, procedemos a algumas alterações no questionário, nomeadamente ao nível da linguagem e da apresentação geral do mesmo. A versão definitiva do questionário (Apêndice 2), distingue-se da versão original, sobretudo pela apresentação e simplificação da linguagem.

3.2.2 – *Análise documental – Planificação de uma unidade de ensino*

Os documentos constituem uma das técnicas indirectas de recolha de dados, que podem ser de grande utilidade como apoio a outros métodos mais directos, tais como a observação directa (Colás Bravo e Buendía Eisman, 1998). Assim, no sentido de complementar a informação obtida nos questionários e na observação da prática pedagógica, recorreremos à análise documental, neste caso, de planificações realizadas pelos professores estagiários, sobre uma unidade de ensino.

Há conteúdos que são mais adequados para trabalhar aspectos de história e epistemologia da ciência, enquanto outros são particularmente úteis para abordar questões de âmbito CTSA, havendo alguns conteúdos que servem e se adequam melhor a umas estratégias que a outras. Por conseguinte, os objectivos que se podem alcançar também são, em parte, determinados pela natureza do conteúdo. Neste sentido, havia necessidade de escolher um conteúdo que fosse particularmente adequado para o desenvolvimento de competências em literacia científica. A unidade de ensino seleccionada, “Recursos naturais – utilização e consequências”, inclui conteúdos que satisfazem as nossas exigências, sendo particularmente relevante na mobilização de competências em literacia científica.

Os professores não foram previamente informados que a planificação desta unidade iria ser objecto de análise, no âmbito do estudo de caso. Deste modo, procurámos evitar alguma influência nas suas tomadas de decisão, no sentido de garantir a consecução de uma planificação isenta que reflectisse um currículo intencional, construído com base nas

convicções dos professores, e não um currículo construído para satisfazer os interesses da investigação.

As práticas inovadoras, preconizadas pela reforma curricular, exigem que os currículos sejam sujeitos a uma leitura reflectida e a objecto de preparação por parte dos professores, principais agentes e actores envolvidos no processo de reforma. Dito de outra forma, os professores têm de assumir uma atitude reflexiva e consciente na passagem do currículo formal para o currículo informal, que corresponde à leitura que é feita do primeiro.

Planificar o ensino/aprendizagem é algo mais que estabelecer objectivos conteúdos, métodos e critérios de avaliação; significa reflectir e tomar decisões fundamentadas sobre situações quotidianas, sobre acontecimentos previsíveis, sobre pessoas (Salinas, 1994). Segundo Mayor Ruiz (1990, citado em Braga, 2001), a planificação deve ser: a) dinâmica (sujeita a contínuas revisões), b) criativa (com um estilo próprio de reflexão); c) prospectiva (descreve intenções); d) realista e objectiva (relacionada com o quotidiano do professor). Dito por outras palavras, a planificação constitui uma conceptualização da acção, uma pré-figuração imaginativa e reflexiva da actuação pedagógica, que requer a tomada de decisões fundamentadas num conhecimento aprofundado de diferentes fontes de informação, não apenas no currículo oficial e nos manuais escolares, mas também em materiais curriculares, em estudos sobre concepções dos alunos, em aspectos da história e sociologia da ciência, nas características e interesses dos alunos, etc.

Contrariamente ao preconizado, nas planificações, sobretudo de professores principiantes, o currículo e o manual escolar são as referências mais utilizadas e nalguns casos, o manual escolar chega a ser utilizado como currículo (Pedrosa, *et al.*, 1997). Quando isto acontece, as planificações do ensino são reproduções acríticas dos manuais escolares (Martín del Pozo, 1998), que veiculam a interpretação que os seus autores fazem do currículo (formal) e reflectem as suas concepções sobre o que é a ciência, o que deve ser a ciência escolar e como deve ser ensinada (Martins, 2002b).

3.2.3 – Observação da prática pedagógica

A observação é uma das principais técnicas utilizada na investigação qualitativa, que tem por objectivo a recolha de dados, de modo sistemático, através de um contacto directo em contextos e situações específicas, permitindo uma visão completa da realidade, mediante a articulação das apreensões inter-subjectivas com os dados objectivos (Colás Bravo e Buendía Eisman, 1998).

Na observação, podem ser utilizadas técnicas muito diversas que permitem descrever e obter informação sobre sujeitos ou ambientes, a partir de comportamentos e interacções manifestos. Pode ter uma finalidade exploratória, fornecendo dados complementares que ajudem na interpretação de dados obtidos por outras técnicas (Colás Bravo e Buendía Eisman, 1998). Porém, “o principal instrumento de pesquisa é o próprio investigador e os principais procedimentos são a presença prolongada no contexto social em estudo e o contacto directo, em primeira-mão, com as pessoas, as situações e os acontecimentos” (Costa, 1986, p. 137).

Como a maior parte da actividade do professor se desenvolve na sala de aula, a observação sistemática da prática pedagógica constitui a principal forma de recolha de dados na avaliação do desempenho docente (Simões, 2000). É através da observação da prática pedagógica que é possível ter a noção exacta de como os professores assumem as orientações curriculares, bem como os saberes e as concepções adquiridas no seu percurso formativo, pois toda a prática corresponde a uma teoria implícita (Fernández González e Elortegui Escatín, 1996).

Alarcão e Tavares (2003a) entendem a observação da prática pedagógica como um conjunto de actividades destinadas a obter dados e informações sobre o que se passa na sala de aula, com a finalidade de proceder a uma análise do processo, nas variáveis que constituem o objecto da observação, sabendo que esta depende do objectivo que se pretende atingir, do objecto que se quer observar e da natureza da observação. Há duas questões que, desde logo, se colocam: o quê? e o como observar?. É necessário definir previamente o que se quer observar e quais os instrumentos ou técnicas de observação que se vão utilizar.

Na literatura, são referidos diferentes tipos de observação cuja classificação obedece a diversos critérios, originando tipologias que não se podem considerar exclusivas (Colás Bravo e Buendía Eisman, 1998). No que diz respeito aos instrumentos aplicados na recolha

de dados, a observação pode ser quantitativa ou qualitativa. A observação quantitativa tem subjacente o uso de instrumentos desenhados à volta de variáveis instrucionais, em que os observadores se limitam a registar a frequência e o momento em que os comportamentos ocorrem. A observação qualitativa está associada ao registo descritivo de acontecimentos, requerendo observadores que emitam juízos daquilo que viram, classificando os procedimentos. Por conseguinte, os primeiros constituem sistemas de categorias de baixa inferência e os segundos, sistemas de categorias de alta inferência (Simões, 2000).

A observação de tipo quantitativo, muito divulgada e aperfeiçoada nas décadas de 1960 e 1970¹¹⁰, tem por princípio a utilização de instrumentos que permitam uma observação mais objectiva, válida e fiel. Para o efeito, são construídas grelhas de observação e análise com base em categorias ou sinais observáveis¹¹¹. Este tipo de observação tem recebido várias críticas, devido à dificuldade em objectivar e quantificar fenómenos tão complexos e contextualizados, como os que acontecem na sala de aula. Por isso, os investigadores educacionais têm vindo a adoptar um posicionamento metodológico de carácter qualitativo, de nível descritivo e interpretativo. A observação deixa de se orientar por categorias previamente definidas, para passar a ser orientada por uma ideia geral do que se quer observar e os acontecimentos são registados tal como acontecem, em linguagem corrente, sem que haja qualquer intenção de categorizar ou medir¹¹². Só quando termina a tarefa de observação é que se inicia a fase interpretativa, em que os dados são ordenados e analisados, exigindo uma leitura muito cuidadosa dos registos, para identificação dos aspectos significativos. Trata-se de interpretar os registos efectuados, teorizando e explicitando o implícito (Freeman, 1991).

A metodologia de observação seguida, neste estudo, foi do tipo naturalista (Linclon e Guba, 1985), descritiva e interpretativa (Erickson, 1989). Acerca deste tipo de observação, Esteve (1997) afirma que o uso de termo naturalista não é mais de que uma visão qualitativa

¹¹⁰ No nosso país, a utilização destas técnicas acontece, sobretudo, na década de 80, com especial destaque para os trabalhos de Estrela (1994).

¹¹¹ Alarcão e Tavares (2003), partindo de uma revisão da literatura, citam os trabalhos de diversos investigadores que criaram instrumentos de observação e análise, visando diferentes objectivos: Galloway (1962), a interacção não-verbal; Medley e Mitzel (1963), os comportamentos do professor; Bellack (1966), a estrutura lógica das aulas; Flanders (1970), a interacção na sala de aula; Sinclair *et al.* (1974), o discurso na aula; Postic (1977), os actos pedagógicos; Estrela (1984), situações pedagógicas.

¹¹² No paradigma qualitativo, Alarcão e Tavares (2003) citam autores de diversas investigações que constituem importantes referências: Jackson (1968), observação naturalista; Parlett e Hamilton (1969), avaliadores; Stubbs e Delamont (1976), fenómenos da sala de aula; Mehan (1979) e Woods (1977, 1985), etnografias; Bardin (1979), discurso pedagógico.

que coloca ênfase no respeito metodológico pelo meio natural em que habitualmente se desenrolam os factos que se pretendem estudar.

No que se refere à relação entre o observador e o objecto, trata-se de uma observação *não participante* (Colás Bravo e Buendía Eisman, 1998), ou seja, a observação decorreu no contexto natural, sem que houvesse qualquer intervenção do observador nem *feedback* sobre o observado. Esta é uma metodologia largamente utilizada por vários investigadores, para descrever e compreender situações de ensino com base nas acções do professor na sala de aula (Elbaz, 1983; Praia, 1995; Esteve, 1997).

CAPÍTULO 6

ACÇÃO DE FORMAÇÃO/REFLEXÃO

Neste capítulo, fazemos a descrição da Acção de Formação/Reflexão concebida para este estudo e aplicada no grupo experimental, com a qual pretendemos desenvolver, nos professores estagiários, formas personalizadas e diversificadas de planear a prática pedagógica; e competências apropriadas a uma abordagem construtivista das ciências e a um desenvolvimento curricular, centrado em competências de literacia científica. Neste sentido, desenvolvemos propostas de acção, epistemologicamente fundamentadas em quadros construtivistas, como alternativas válidas a práticas de ensino fundamentadas em pressupostos empiristas/positivistas.

A partir desta Acção de Formação/Reflexão, elaborámos, ainda, uma proposta de intervenção passível de ser aplicada ao nível da Didáctica das Ciências.

I – PRINCÍPIOS ORIENTADORES E DESCRIÇÃO

Na investigação educacional, são apontadas diversas causas para o fracasso de propostas curriculares inovadoras no ensino das ciências: a resistência à mudança e os preconceitos ideológicos. Por outras palavras, as diversas concepções que os professores possuem acerca de questões relacionadas com o ensino, a aprendizagem e a ciência são causas que surgem inter-relacionadas e constituem verdadeiros obstáculos à mudança e à inovação.

A Acção de Formação foi delineada, tendo em consideração estes dois factores e os seguintes pressupostos:

- a) O professor não é um simples técnico que aplica mecânica e acriticamente teorias, mas sim alguém que tem um pensamento profissional construído a partir das suas concepções pessoais, histórias de vida, teorias de ensino-aprendizagem e conhecimentos didácticos, que condicionam a sua prática pedagógica;
- b) A perspectiva das pessoas é uma combinação de concepções e comportamentos, continuamente modificados pela interacção social;
- c) O professor em formação tem de ser um interveniente activo do seu próprio processo de formação e deve desempenhar um papel activo semelhante ao preconizado para os alunos, verbalizando/explicitando as suas crenças e convicções;
- d) A reflexão é uma estratégia de formação útil na clarificação do pensamento, constituindo um primeiro passo para gerar nos próprios professores concepções e práticas mais adequadas.

Com base nestes pressupostos e nos factores identificados como obstáculos à mudança e à inovação, delineámos a nossa Acção de Formação/Reflexão, com vista ao desenvolvimento de atitudes positivas e compromissos perante a inovação. Pretendemos, através da Acção, contribuir para a divulgação e aplicação de práticas de ensino-aprendizagem em ciências, que sejam inovadoras e adequadas às exigências de um currículo que tem, como meta educacional, promover a literacia científica dos alunos.

Porque “o conhecimento da realidade é a chave de uma actuação cientificamente fundamentada” (Trindade, 1996a, p. 63), partimos dos dados empíricos, obtidos no estudo exploratório, para estruturar o conhecimento da realidade e só depois tentar agir sobre ela (através da implementação da Acção de Formação/Reflexão), no sentido de contribuir para a aproximação ao quadro teórico construído.

Começámos por esboçar um plano de formação que foi posteriormente “negociado” com os estagiários participantes na Acção, com o objectivo de atender às suas disponibilidades e ir ao encontro dos seus interesses e necessidades. Apesar da Acção de Formação/Reflexão estar conceptualmente delineada, os objectivos, conteúdos e estratégias foram analisados e discutidos com os professores estagiários. Acreditamos que ao envolver e co-responsabilizar os formandos na definição do plano de formação, favorecemos a sua legitimação e interiorização, contribuindo para a diminuição das resistências à formação e potencializando os seus efeitos.

A concepção de formação seguida enquadra-se no *paradigma emancipatório* referido por Mezirow (1996, citado em Couceiro, 1998). Segundo este autor, a aprendizagem é entendida como um processo de aprofundamento e/ou construção de significados, que resulta da experiência pessoal e que vai orientar a acção futura. Ainda de acordo com o autor, a experiência pessoal é percebida através de um quadro de referência composto por duas vertentes: uma *perspectiva de significado*, que decorre de hábitos do pensamento e predisposições gerais e orientadoras; e uma *perspectiva de significação*, que se refere a pontos de vista baseados em crenças, sentimentos, atitudes e juízos de valor que condicionam a interpretação. Neste sentido, a aprendizagem ocorre, na medida em que se aprendem, se fundamentam e se transformam perspectivas de significação.

A Acção de Formação/Reflexão centrou-se na formação reflexiva, adoptando-se uma metodologia de trabalho que segue o princípio da auto-formação¹¹³ (Couceiro, 1998). A atitude reflexiva é utilizada como mediação entre o pensamento e a acção, entre a teoria e a prática, sendo o meio usado na construção de saberes com significado. Tratou-se de uma estratégia formacional centrada nos professores estagiários, nas suas necessidades de formação e na criação de condições e contextos favoráveis à problematização e reflexão sobre as suas representações. Tendo em vista a consciencialização, aprofundamento e

¹¹³ Não existe uma compreensão única e uniforme do conceito de autoformação. Porém, há algum consenso quanto ao reconhecimento da centralidade do sujeito no seu processo formativo, sendo este quem gere, decide e se apropria da sua própria formação e das múltiplas aprendizagens que realiza, opondo-se, deste modo, à hetero-formação que se realiza de “fora” para “dentro”, sendo conduzida e imposta a partir do exterior.

transformação do quadro conceptual onde inscrevem as suas práticas pedagógicas, no sentido de promover a mudança e aproximação ao nosso quadro teórico de referência.

Foram utilizadas estratégias de formação de orientação construtivista, com inspiração no modelo de mudança conceptual. Partimos sempre das concepções prévias dos professores, em relação às temáticas de estudo, porque a assimilação de novos elementos requer, muitas vezes, a eliminação de outros elementos instalados e mesmo enraizados, tornando-se necessário uma identificação das concepções e atitudes prévias, para que a mudança possa ocorrer de forma consciente.

Desenvolvemos actividades diversas que permitissem a reflexão, a partir da vivência de situações concretas e inovadoras que pudessem contribuir para a reconstrução e modificação conceptual procedimental e atitudinal. No entanto, estamos conscientes de que a reflexão não é suficiente para ultrapassar concepções e atitudes de carácter tradicionalista, profundamente enraizadas.

A Acção funcionou sempre como espaço de confronto e discussão de concepções e de partilha de opiniões e experiências, pois, através da análise crítica e discussão das suas concepções, damos oportunidade aos professores “de aprender uns com os outros e terem uma palavra a dizer sobre o desenvolvimento da sua profissão” (Zeichner, 1993, p. 22). Neste processo, o investigador/formador tem a função de lançar questões que favoreçam esse confronto, discussão e partilha, e de promover experiências formativas capazes de desenvolver competências de investigação e análise críticas. Estas estratégias visam desenvolver, nos professores estagiários, concepções curriculares coerentes com os actuais currículos de ciências; a aquisição de concepções sobre a ciência, concordantes com as correntes pós-positivistas; e a valorização da ciência, enquanto actividade social e humana.

Em suma, trata-se de uma formação com e para os professores, que tem em consideração as suas concepções, preocupações e interesses; que promove a reflexão, como forma de questionar a sua epistemologia, as suas ideias acerca do ensino e da aprendizagem; e que utiliza a prática colaborativa entre o formador (investigador) e os professores estagiários, na exploração de perspectivas alternativas que contribuam para a construção de uma profissionalidade docente, adequada às novas orientações da educação em ciência.

No Quadro 29, apresentamos uma descrição sumária do Plano da Acção de Formação/Reflexão, no que se refere às temáticas abordadas, objectivos, estratégias e recursos utilizados. Todos os materiais e recursos usados encontram-se no Anexo 4.

Quadro 29

Descrição Sumária do Plano da Acção de Formação/Reflexão: Temáticas, Objectivos e Estratégias Globais de Formação

N.º	TEMÁTICAS	OBJECTIVOS	ESTRATÉGIAS/RECURSOS
1	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterização da Acção de Formação/Reflexão. • A reflexão como estratégia de formação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a importância da reflexão como estratégia de formação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de levantamento de necessidades de formação. • Apresentação/negociação da proposta de Formação. • Actividades de reconhecimento da reflexão como estratégia de formação.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Os objectivos da educação em ciência na perspectiva dos estagiários. • A literacia científica como principal objectivo da educação em ciência. • Os pressupostos do desenvolvimento curricular centrado na literacia científica: <ul style="list-style-type: none"> - fundamentos psicológicos (como aprendem os alunos?) e epistemológicos (qual o conceito de ciência?); - fundamentos didácticos (como ensinar ciência?); - sintaxe (qual o papel do professor e qual o papel do aluno?) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflectir sobre os objectivos e finalidades da educação científica. • Analisar a importância da literacia científica, no mundo actual. • Analisar os pressupostos subjacentes no currículo de Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexão sobre os objectivos enunciados na questão 1 do <i>Questionário P</i>. • Leitura e análise reflexiva dos pressupostos subjacentes no Currículo de Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo). <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Questionário P*</i> ○ Currículo de Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo)
3	<ul style="list-style-type: none"> • As temáticas CTSA como vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflectir sobre as diferenças entre ciência e tecnologia e sobre as interações CTSA. • Analisar as potencialidades e limites de temáticas CTSA, no ensino/aprendizagem das ciências. • Identificar temáticas, no currículo de Ciências Naturais, passíveis de abordagem CTSA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexão sobre concepções CTSA (utilização das respostas dadas à questão n.º 3 do <i>Questionário P</i>). • Actividades de identificação de temáticas CTSA, no currículo. • Actividades de reflexão sobre as potencialidades e limitações de temáticas CTSA. <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Questionário P</i> ○ Ficha de Actividades n.º 1 ○ Texto “Crónica de algumas confusões” ○ Orientações Curriculares – Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo)

Quadro 29
(continuação)

4	<ul style="list-style-type: none"> • A história e a epistemologia da ciência, na educação em ciência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar questões sobre a natureza da ciência (papel da teoria e da hipótese, a observação, a metodologia científica, a ciência como actividade humana e social...). • Reflectir sobre as implicações didácticas das actuais tendências da epistemologia da ciência. • Analisar, a partir de exemplos procedentes da história da ciência, o status epistemológico dos factos, experiências, conceitos, teorias, modelos e leis científicas e, por outro lado, a origem, evolução e mudança ocorrida nas teorias. • Seleccionar conteúdos, no currículo de Ciências Naturais, favoráveis a uma abordagem histórica. • Pesquisar, em diferentes manuais escolares, a ênfase dada à história da ciência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de consciencialização de concepções epistemológicas. • Exploração de alguns exemplos, em que se utiliza a história da ciência, na abordagem de conceitos, leis, teorias (Teoria da deriva continental, Leis de Mendel, Teorias sobre a evolução das espécies, Teorias sobre a origem da vida). <ul style="list-style-type: none"> ○ Ficha de Actividades n.º 2 ○ Orientações Curriculares – Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo) ○ Manuais escolares
5/6/7	<ul style="list-style-type: none"> • Experiências educativas favoráveis ao desenvolvimento de competências em literacia científica: <ul style="list-style-type: none"> - Resolução de problemas; - Debates; - Actividades experimentais; - Actividades de pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar experiências educativas adequadas ao desenvolvimento de diferentes competências em literacia científica. • Organizar situações de ensino/aprendizagem centradas na resolução de problemas. • Analisar formas de promover o debate. • Analisar as potencialidades e limitações de diferentes tipos de actividades experimentais. • Planear actividades de pesquisa, a partir de diferentes conteúdos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexão sobre diferentes experiências educativas, formas de implementação, vantagens e inconvenientes associados à sua utilização na sala de aula. • Concepção e discussão de experiências educativas. • Análise de diferentes materiais de ensino. <ul style="list-style-type: none"> ○ Ficha de Actividades n.º 3 ○ Ficha de Actividades n.º 4 ○ Manuais escolares ○ Jornais, revistas ○ Ficha Informativa n.º 1 ○ Orientações Curriculares – Ciências Físicas e Naturais (3.º ciclo)
8	Avaliação da Acção	Avaliar a Acção	Actividade de reflexão

A Acção de Formação/Reflexão decorreu durante os meses de Fevereiro e Março e teve uma duração de vinte e duas horas, distribuídas por oito sessões.

Na avaliação da Acção considerámos quatro indicadores: (1) a opinião manifestada pelos professores participantes; (2) a mudança conceptual e atitudinal; (3) o impacto nas práticas lectivas; (4) o efeito em termos de desempenho em literacia científica evidenciado pelos alunos.

A opinião dos estagiários, manifestada na última sessão, aponta para o reconhecimento de um salto qualitativo na sua formação, com implicações ao nível das suas práticas. Apresentamos, a seguir, a opinião dos estagiários, relativamente aos três pontos de reflexão considerados.

No que se refere à importância das temáticas abordadas (a) e às estratégias utilizadas (b), a opinião dos professores foi favorável, como se pode ler nas transcrições seguintes.

- a) A meu ver a acção foi positiva uma vez que as temáticas abordadas permitiram o contacto com diferentes metodologias, algumas das quais novas para mim. Deste modo adquiri novos conhecimentos para colocar em prática nas minhas aulas, bem como o aperfeiçoamento de outras.
- b) As estratégias utilizadas foram boas na medida em que tinhamos pouco tempo para trabalhar cada um das temas propostas.

a) Pensei que esta acção de formação permitiu-me adquirir alguns conhecimentos relativamente às diferentes metodologias que, confesso, não conhecia.

b) As diferentes estratégias utilizadas permitiram diversificar as metodologias utilizadas na sala de aula de forma a facilitar o ensino de competências que é exigido ao nível do ensino básico.

- 2) Pensa que a acção serviu como complemento, e em alguns casos, como introdução de novas metodologias que nunca tinha trabalhado.
- 3) Foi um muito útil pois permitiu uma maior liberdade de opções e grande da escolha de metodologias a utilizar na sala de aula e que favoreceu em grande parte o ensino por competências.

Quando questionados se a Acção lhes tinha proporcionado elementos de reflexão inovadores, as suas respostas são positivas. Contudo, a justificação centra-se na dimensão prática dos aspectos metodológicos e não fazem qualquer referência à dimensão epistemológica, igualmente presente na Acção.

De certa forma sim, pois com o contacto com mais metodologias ou melhor esclarecimento, relativamente a outras, proporcionaram-me, agora, uma maior e melhor reflexão sobre o modo como abordar os conteúdos bem como as metodologias e estratégias a seleccionar.

Sim, porque como já disse anteriormente, desmistificou algumas actividades que podem ser utilizadas na sala de aula, pelo menos a metodologia de funcionamento correcta, como por exemplo a estruturação de uma actividade de pesquisa orientada.

Sim, porque favoreceu e validou algumas das minhas concepções em relação a algumas metodologias e também, como já referi, introduziu algumas que desconhecia.

Em resposta à questão sobre o contributo da Acção para a sua formação como professor, dois estagiários responderam que contribuiu significativamente e um estagiário refere que contribuiu pouco. Justificam a sua posição, argumentando o reduzido número de sessões e a possibilidade de complementar a formação adquirida nos anos anteriores.

Digo que contribuiu pouco na medida em que as sessões realizadas foram, a meu ver, poucas, não por falta de vontade de ambas as partes mas devido ao tempo de que disponhamos. Se tiver apenas eu conta as sessões realizadas acho que a Acção contribuiu significativamente para a minha formação, uma vez que as aproveitei ao máximo, levando à minha actualização nesta área.

Obrigada pela sua colaboração

Pois um professor deve estar sempre actualizado com a prática educativa, de forma a facilitar a educação/formação dos alunos. Assim e com o contributo, apesar de limitado, que trouxe com algumas actividades, poderei diversificar as metodologias na sala de aula.

A actualização é algo que deve acompanhar um docente ao longo de sua carreira, e é que se verifica é que mesmo estando a terminar o curso, não possui muitas de informações que adquiri ao longo da acção.

Enquanto que a análise comparativa dos questionários aplicados no início do ano lectivo com os que foram aplicados no final do ano lectivo permitiram avaliar os efeitos da Acção de Formação/Reflexão, nas concepções e atitudes dos professores estagiários, o impacto nas práticas lectivas foi avaliado através da análise das planificações e da observação das aulas.

II – UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO AO NÍVEL DA DIDÁCTICA DAS CIÊNCIAS

A proposta que agora apresentamos inspira-se em modelos de mudança conceptual, propostos por diferentes autores (Hewson, 1981; Nussbaum e Novick, 1982; Strike e Posner, 1982; Hewson e Hewson, 1984; Posner et al., 1988; Santos, 1991a; Driver, Guesne e Tiberghien, 1992; Santos e Praia, 1992; Driver, 1993), pois acreditamos que um processo formativo apoiado nestes modelos favorece a mudança conceptual e conduz à construção de aprendizagens significativas.

Trata-se de uma proposta que parte das concepções iniciais dos formandos e da sua maneira de conceber e interpretar o ensino/aprendizagem das ciências, e que, através do seu esforço e da ajuda necessária, lhes faz sentir as limitações do seu pensar, a necessidade de melhorar e a possibilidade de fazê-lo, podendo deste modo atingir uma nova visão do ensino/aprendizagem das ciências, coerente com o paradigma educacional contemporâneo.

Nesta perspectiva, o formando é agente activo da sua própria formação, assumindo uma postura auto-formativa e tendencialmente autónoma, construindo o seu presente e o seu futuro, a partir do que já sabe e do que já é, reflectindo sobre o que faz e sobre o que vê fazer (Schön, 1992).

A nossa proposta de intervenção constitui um modelo de mudança conceptual, estruturado em quatro fases (Figura 9). Para facilitar a sua compreensão, exemplificamos o desenvolvimento do modelo a partir de um tema concreto (modelos de ensino/aprendizagem das ciências) e apresentamos, para cada fase, exemplos de propostas de actividades que podem ser realizadas no âmbito da disciplina de Didáctica das Ciências.

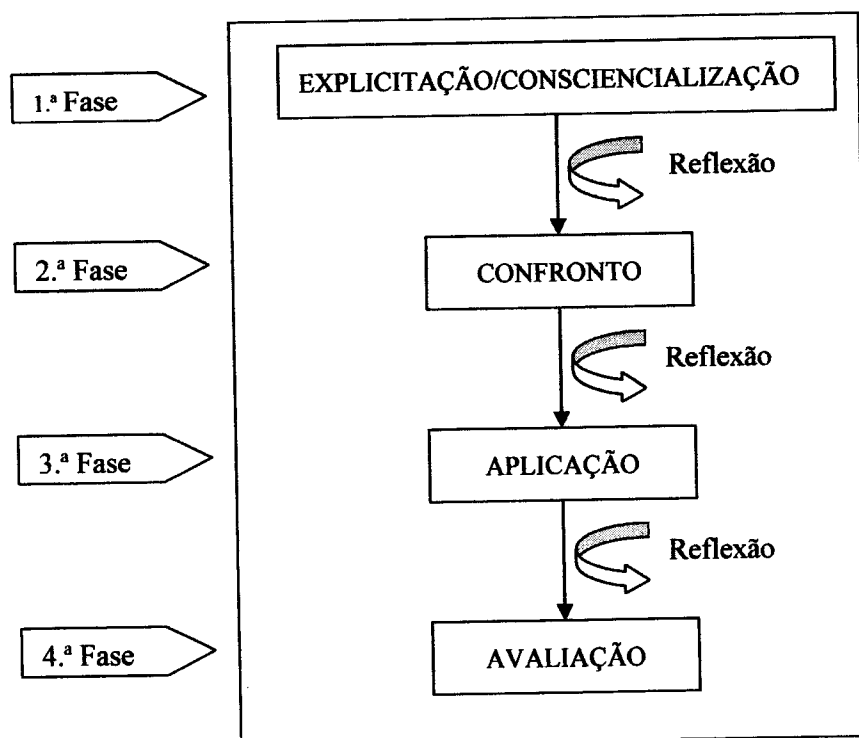


Figura 9. Modelo de mudança conceptual.

1.ª Fase. Explicitação/consciencIALIZAÇÃO

Antes da abordagem de qualquer tema, é necessário fazer a identificação e a explicitação das concepções que os formandos possuem relativamente ao tema em estudo. Estas duas estratégias são fundamentais para uma tomada de consciência das concepções, podendo ser feita de diversos modos: através do uso de questionários, de entrevistas ou de questões-problemas. No caso específico que estamos a exemplificar, em que se pretende conhecer as concepções que os professores possuem sobre o ensino e a aprendizagem das ciências, sugere-se que seja pedido a cada formando que, individualmente, explicita por escrito o que para si significa “ensinar ciência” e “aprender ciência”.

Num momento posterior, promove-se uma discussão de grupo, em que cada um expõe as suas ideias livremente, fala das suas experiências enquanto aluno, das implicações dessas experiências e das suas expectativas em relação ao tema. Esta reflexão deverá dar lugar à colocação de novas questões: “porquê ensinar ciências?”; “que objectivos deverão ser atingidos, através da educação em ciência, nos diferentes níveis de ensino?”.

Estas estratégias, para além de serem fundamentais no processo de mudança conceptual, irão contribuir para o desenvolvimento de competências similares às que, na sua

acção educativa, o professor de ciências deverá ajudar os seus alunos a desenvolver, através dos conteúdos disciplinares (por exemplo: respeito pela opinião dos outros, argumentação, defesa dos seus pontos de vista, comunicação, ...)

2.ª Fase. Confronto

Nesta fase incluem-se dois processos complexos, a desestruturação dos saberes e o início da reestruturação não só através da construção dialéctica de novas ideias, mas também de novas estruturas conceptuais (Fialho, 1996).

Segundo Santos (1991a) as estratégias utilizadas nesta fase assentam no pressuposto de que é da “dialéctica entre as ‘novas’ e as ‘velhas’ ideias que se vai constituindo a racionalidade do saber” (p. 223); e, “por justaposição de contradições, faz-se ver o ‘erro’ como ‘menos racional’ e pela apresentação de material potencialmente significativo faz-se ver a ‘verdade’ como ‘mais racional’” (p. 225).

Trata-se de confrontar os formandos com modelos de ensino alternativos aos previamente identificados, o que poderá ser feito através da discussão de artigos e/ou da observação/experimentação de situações concretas de prática pedagógica.

Relativamente à discussão de artigos, é necessário fazer previamente uma selecção de variados textos com orientação construtivista que salientem aspectos da natureza da ciência; mostrem como se desenvolve o conhecimento científico; descrevam experiências inovadoras de ensino; apresentem resultados de investigação recente sobre o ensino da ciência; evidenciem as implicações no ensino e na aprendizagem das concepções alternativas das crianças e jovens; e abordem questões relacionadas com o impacto da ciência e tecnologia, na sociedade e no ambiente.

A observação/experimentação de situações concretas deverá estar relacionada com algumas das experiências de ensino-aprendizagem, descritas nos artigos analisados. Constitui um momento de grande importância no processo de mudança conceptual, que permite avaliar a persistência ou não das concepções prévias dos formandos.

Durante esta fase, devem ser promovidas discussões/reflexões em grupo. Com base nestas actividades, os formandos devem identificar objectivos para o ensino das ciências, à luz de uma perspectiva construtivista; e, tendo como referencial o desenvolvimento de competências em literacia científica, devem, ainda, desenvolver uma reflexão sobre as implicações desses objectivos na acção pedagógica.

3.ª Fase. Aplicação

A fase de aplicação dá continuidade ao processo de reestruturação cognitiva. Os formandos devem tomar consciência de que os novos conhecimentos, “quando mentalmente enquadrados e sistematicamente formulados “ (Santos, 1991a, p. 228), podem ser transferidos e utilizados em contextos diferentes daqueles em que a aprendizagem ocorreu.

Nesta fase, os formandos põem em prática estratégias de investigação-acção desenvolvidas em três etapas: (1) planificação; (2) acção; (3) observação/avaliação. Em grupo, os formandos planificam uma pequena unidade de ensino que deverá ser diferente, de grupo para grupo. Esta planificação requer uma análise e reflexão aprofundada sobre o currículo, nomeadamente sobre as competências, os objectivos e os conteúdos que irão ser trabalhados, em relação aos quais muitos formandos apresentam concepções alternativas que também têm de ser previamente identificadas e modificadas.

A acção deve ter lugar, tanto quanto possível, em contexto real. Na impossibilidade, o micro-ensino poderá ser a alternativa. Todos os formandos devem pôr em prática pelo menos uma aula que será observada pelos restantes elementos do grupo. Todas as aulas deverão ser vídeo-gravadas, para posterior análise. Cada aula deverá ser seguida pela etapa de reflexão/avaliação, tendo por base as ideias do formando que actuou como professor e dos colegas que assistiram. A vídeo-gravação servirá para uma análise mais detalhada.

4.ª Fase. Avaliação

Esta fase pretende ser um momento de partilha e discussão das experiências vivenciadas por cada um dos formandos. Trata-se de promover a reflexão crítica sobre as ideias e estratégias de pensamento utilizadas, tendo em vista a tomada de consciência das modificações ocorridas nas concepções iniciais. As actividades de síntese são fundamentais para a reconstrução de todo o processo seguido, trazendo à consciência de cada um as mudanças ocorridas, quer a nível de conceitos, quer a nível do pensar.

Importa sublinhar que a reflexão e as estratégias metacognitivas estão presentes em todas as etapas do modelo, sendo fundamental que as actividades decorram num ambiente de abertura e confiança, para que os formandos sintam que as suas ideias constituem contributos importantes para as experiências de aprendizagem da turma (Duarte e Faria, 1991), pois só deste modo é possível criar uma conjuntura favorável à mudança conceptual.

Uma proposta desta natureza constitui um desafio que pode passar pelo confronto com alguns obstáculos, como sejam a falta de tempo, o número elevado de formandos por turma e a ausência de condições institucionais para realizar prática contextualizada.

Como é sabido, as estratégias de mudança conceptual requerem tempo, porque, para além de possuírem concepções sobre o ensino/aprendizagem da ciência (conhecimento didáctico do conteúdo), os formandos também possuem concepções sobre a ciência (conhecimento do conteúdo) que irão ensinar, em relação às quais também é necessário intervir, no sentido de promover a mudança conceptual.

O elevado número de alunos, que, por vezes, compõem as turmas de Didáctica, pode inviabilizar a utilização deste modelo, pois não é possível implementar estratégias de mudança conceptual, em turmas numerosas. A maior limitação advém da dificuldade e frequentemente da impossibilidade de pôr em prática a fase de aplicação. Apesar da lei prever a realização de prática pedagógica em contexto real de sala de aula, na realidade não estão criadas as condições institucionais para que tal aconteça.

Assim, para se poder concretizar a fase de aplicação em contexto real, há que ultrapassar uma série de condicionalismos. Começando pelo princípio, é necessário procurar, nas escolas, professores de ciências que adiram à ideia de disponibilizar algumas das suas aulas, para que os alunos de Didáctica possam pôr em prática uma pequena planificação. Para além da dificuldade em encontrar um número suficiente de professores dispostos a colaborar, é necessário ter a aprovação do Conselho Executivo das escolas, o que nem sempre é fácil de conseguir. Uma vez encontrado o número necessário de professores cooperantes, exige-se um grande trabalho de coordenação, para que as planificações dos formandos sejam encadeadas na planificação anual dos professores colaboradores.

Depois é necessário coordenar os horários dos formandos com os horários das turmas onde irão trabalhar, o que vai exigir uma grande disponibilidade por parte dos alunos de Didáctica e do respectivo docente. Na verdade, o docente de Didáctica fica com uma grande sobrecarga horária, pois, para além de assistir a todas as aulas leccionadas pelos formandos, tem de participar em todas as actividades de reflexão pós aula, o que se traduz num número muito elevado de horas, nem sempre compatível com as outras actividades do docente.

Apesar de todas estas limitações, pensamos que vale a pena o esforço, pois acreditamos que o modelo proposto pode contribuir para uma formação de professores de

maior qualidade e mais articulada com os princípios estabelecidos pelo actual paradigma do ensino das ciências.

CAPÍTULO 7

TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

O tratamento e análise dos resultados encontram-se organizados em duas secções: Secção A – Estudo exploratório e Secção B – Estudo de casos e estudo exploratório.

Na “Secção A”, começamos por fornecer indicações sobre o tratamento dos questionários utilizados na identificação de concepções e atitudes de uma amostra de professores estagiários das licenciaturas em ensino de Biologia e Geologia e de Física e Química, da Universidade de Évora. No ponto seguinte, tratamos da apresentação e análise dos resultados, começando pela caracterização da amostra, para depois procedermos à análise dos resultados do questionário, de acordo com as dimensões e categorias previamente definidas. Terminamos com uma análise da tendência geral das concepções e atitudes dos professores, no sentido de caracterizar a performance geral destes professores.

Na “Secção B”, fazemos primeiro o estudo dos professores (estudo de casos) e só depois o estudo dos alunos (estudo exploratório). Iniciámos o estudo dos professores com a caracterização da amostra, prosseguimos com a análise dos resultados obtidos no questionário (em pré-teste e pós-teste) e terminamos com a análise das planificações e dos registos das aulas observadas. No estudo dos alunos, começamos por explicar o tratamento dos questionários e prosseguimos com a apresentação e análise dos resultados; fazemos primeiro a caracterização da amostra e depois a análise do desempenho dos alunos no questionário, terminando com a análise comparativa dos resultados obtidos no pré-teste e pós-teste.

I – TRATAMENTO DOS DADOS

No tratamento e análise dos dados, recorreremos a diferentes técnicas e construímos diferentes instrumentos de análise, de acordo com os objectivos definidos, pois na “construção de um objecto de análise está sempre implicada uma selecção das dimensões sobre as quais a pesquisa pretende incidir” (Costa, 1986, p. 137). Assim, concebemos quatro instrumentos de análise: um para o questionário de concepções e atitudes dos professores, outro para as planificações, um para o registo das aulas e outro para o questionário de literacia científica dos alunos.

Na análise dos questionários (*Questionário P* e *Questionário A*), recorreremos ao programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versão 10.0. Trata-se de estudos exploratórios com características descritivas¹¹⁴, que têm por finalidade descrever e interpretar um conjunto de fenómenos quantitativos e em que se utilizou a estatística inferencial para conhecer as relações existentes entre as variáveis em estudo.

Os métodos de estatística descritiva utilizados foram: as frequências, as medidas de tendência central (médias aritméticas) e as medidas de dispersão (desvios padrão); e os métodos de estatística inferencial foram: o *T-student*, indicado na comparação de médias de grupos independentes, quando as variáveis são intervalares; o teste do *Qui-Quadrado*, indicado no tratamento de dados nominais e o teste de *Pearson*, indicado na análise de correlação, quando ambas as variáveis são intervalares.

Nas planificações e registos das aulas, aplicámos a análise de conteúdo, reduzindo os dados a formulações mais maneáveis, através da categorização. Para o efeito, criámos categorias que foram utilizadas como instrumentos de análise e de investigação, com as quais procurámos caracterizar as planificações e os desempenhos dos professores estagiários, ao nível da prática pedagógica.

Importa salientar que a análise dos dados recolhidos através das diferentes técnicas pretenderam ser um processo interactivo entre descrição, análise e interpretação.

¹¹⁴ De acordo com Bisquerra (1996), o método descritivo utiliza-se com o objectivo de observar e descrever um fenómeno, sem manipular qualquer variável.

SECÇÃO A – ESTUDO EXPLORATÓRIO

II – TRATAMENTO DOS QUESTIONÁRIOS

Começamos pela informação correspondente à identificação pessoal dos inquiridos (variáveis independentes) e continuamos com a apresentação dos resultados obtidos na identificação das concepções e atitudes dos professores estagiários (variáveis dependentes), primeiro sobre desenvolvimento curricular e depois as de âmbito CTSA.

Todos os dados recolhidos relativos às variáveis dependentes e independentes, encontram-se no Anexo 5.

Variáveis Independentes

Considerámos três variáveis independentes (género, idade e curso) que foram agrupadas em classes. Para a variável género, definimos duas classes: feminino e masculino. Quanto à variável idade, criámos cinco classes: 22 – 24 anos, 25 – 27 anos, 28 – 30 anos, 31 – 33 anos e 34 – 36 anos. Na variável curso, os professores foram agrupados em duas classes: Biologia e Geologia e, Física e Química.

Variáveis Dependentes

As respostas dadas às questões 1, 2, 3, e 4 foram avaliadas de acordo com escalas numéricas, tipo *Likert*. Nas questões 1, 2 e 3, utilizaram-se escalas de 1 a 4 pontos e na questão 4 utilizou-se uma escala de 1 a 5 pontos.

A escala da questão 1 apresenta os seguintes termos: “nada importante”, “pouco importante”, “importante” e “muito importante”. Nas questões 2 e 3 utilizámos escalas de concordância, com os termos: “discordo totalmente”, “discordo”, “concordo” e “concordo totalmente”.

Como, nestas três questões, existem itens que estão formulados positivamente e outros que estão formulados negativamente, a escala dos itens negativos foi pontuada

numericamente em sentido inverso, de maneira a que as pontuações resultantes, numericamente maiores, indicassem uma concepção ou uma atitude mais favorável em relação ao objecto em análise. O número de itens varia em cada questão, sendo o número de itens positivos e negativos igual.

No Quadro 30 apresentamos uma sinopse das questões 1, 2 e 3, no que diz respeito à distribuição dos itens positivos e negativos e respectiva pontuação (*scores*) e no Quadro 31 apresentamos a pontuação das respostas dadas na questão 4.

Quadro 30
Pontuação dos Itens Positivos e Negativos das Questões 1, 2 e 3 (Questionário P)

		N.º dos itens	Scores			
			NI	PI	I	MI
ITENS POSITIVOS	QUESTÃO 1	1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 1.12, 1.14	NI	PI	I	MI
			1	2	3	4
	QUESTÃO 2	2.4, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.12, 2.15, 2.16, 2.18, 2.21, 2.22, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28	DT	D	C	CT
			1	2	3	4
	QUESTÃO 3	3.1, 3.4, 3.5, 3.6, 3.9, 3.11, 3.13	DT	D	C	CT
			1	2	3	4
ITENS NEGATIVOS	QUESTÃO 1	1.1, 1.4, 1.7, 1.9, 1.10, 1.11, 1.13	NI	PI	I	MI
			4	3	2	1
	QUESTÃO 2	2.1, 2.2, 2.3, 2.5, 2.6, 2.11, 2.13, 2.14, 2.17, 2.19, 2.20, 2.23, 2.24, 2.29, 2.30	DT	D	C	CT
			4	3	2	1
	QUESTÃO 3	3.2, 3.3, 3.7, 3.8, 3.10, 3.12, 3.14	DT	D	C	CT
			4	3	2	1

Quadro 31
Pontuação dos Itens da Questão 4 (Questionário P)

QUESTÃO 4	Pontuação				
	NC	CP	C	CB	CMB
	1	2	3	4	5

A cotação mínima do teste obtém-se multiplicando o valor da pontuação mínima pelo número total de itens, neste caso, a cotação mínima do questionário é 88; e, a cotação máxima resulta do produto do coeficiente de ponderação máximo de cada questão pelo

número de itens da questão, que neste caso é 382. No quadro seguinte apresentamos os *scores* máximos e mínimos de cada questão e a cotação total do teste.

Quadro 32

Cotações Máximas e Mínimas das Questões do Questionário P

	SCORE MÍNIMO	SCORE MÁXIMO
QUESTÃO 1 (n=14)	1xn 1x14=14	4xn 4x14=56
QUESTÃO 2 (n=30)	1xn 1x30=30	4xn 4x30=120
QUESTÃO 3 (n=14)	1xn 1x14=14	4xn 4x14=56
QUESTÃO 4 (n=30)	1xn 1x30=30	5xn 5x30=150
TOTAL	88	382

Obs.: n = número de itens de cada questão

Para facilitar a compreensão e significação das pontuações, os resultados de cada uma das variáveis analisadas foram reduzidos à mesma escala básica dos itens individuais, de modo a permitir fazer comparações directas entre os *scores* de todas as variáveis.

Os resultados das questões 1, 2 e 3 foram analisados de acordo com o seguinte critério:

- a) *scores* médios inferiores a 2 – concepções/atitudes desfavoráveis;
- b) *scores* médios iguais ou superiores a 2 e inferiores a 3 – concepções/atitudes favoráveis;
- c) *scores* médios iguais ou superiores a 3 – concepções/atitudes muito favoráveis.

Neste caso, o *score* médio de 2,5 (ponto médio), apesar de corresponder a concepções/atitudes favoráveis, é considerado insuficiente, pois traduz uma concordância com o nosso quadro teórico, na ordem dos 62,5%. Assim, consideramos como nível mínimo de exigência um *score* médio de 3, que traduz uma concordância de 75% com o nosso quadro teórico.

Relativamente à utilização de itens negativos e positivos, importa salientar que estes possibilitaram dois tipos de leituras. Se não fizermos a inversão dos *scores* dos itens negativos, a análise descritiva dos dados permite avaliar a importância relativa que os professores atribuem a cada variável. Se procedermos à inversão dos *scores* dos itens negativos, a análise descritiva dos resultados obtidos em cada variável, permite-nos reconhecer o grau de aproximação/afastamento das concepções e atitudes dos professores, em relação ao nosso quadro teórico de referência.

Na análise dos resultados da questão 4, seguimos o seguinte critério:

- a) *scores* médios até 3 – nível de conhecimentos insuficiente;
- b) *scores* médios iguais ou superiores a 3 e inferiores a 4 – nível médio de conhecimentos;
- c) *scores* médios iguais ou superiores a 4 – nível elevado de conhecimentos.

Nesta questão, o *score* médio (ponto médio) é 3, valor que não satisfaz o nível de conhecimentos exigidos pelo nosso quadro teórico. Tratando-se de professores que frequentam cursos de ciências, exige-se como nível mínimo de conhecimentos sobre temáticas actuais de âmbito CTSA um *score* de 3,75, que corresponde a uma aproximação ao nosso quadro teórico, na ordem dos 75%.

Na questão 5, com respostas de escolha múltipla, foi feito o cálculo da percentagem de respostas em cada opção, face ao número total de respostas.

III – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Um defeito metodológico muito frequente na investigação de atitudes tem sido a pretensão de medir uma atitude, com base na resposta a um único item (Vázquez Alonso e Manassero Mas, 1997). Apesar de fazermos algumas considerações relativamente a alguns itens isolados, não é nossa pretensão medir uma concepção ou atitude, com base na resposta a um único item. Pretendemos apenas fazer uma aproximação aos resultados, que sirva para definir as variáveis globais de conjunto (categorias e/ou subcategorias) que reúnem as pontuações de vários itens afins e cuja análise será mais significativa.

Procurámos usar de alguma prudência na discussão dos resultados que, no essencial, pretendeu caracterizar as concepções e atitudes dos professores, através dos seus testemunhos declarados.

1 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A caracterização da amostra de professores inquiridos foi feita a partir das variáveis independentes, género, idade e curso.

Variável Género

Quadro 33

Distribuição das Frequências Absolutas (N) e Relativas (%) para a Variável Género

SUBCATEGORIAS	N	%
Género feminino	39	74
Género masculino	14	26

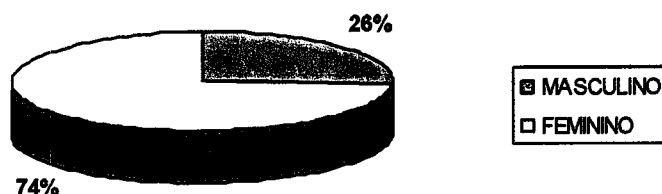


Figura 10. Distribuição das frequências relativas para a variável gênero.

Como constatamos pela análise da Figura 10, a amostra não é uniforme, pois 74% dos respondentes são do gênero feminino e 26% são do gênero masculino.

Variável Curso

Quadro 34

Distribuição das Frequências Absolutas (N) e Relativas (%) para a Variável Curso

CATEGORIAS	N	%
Biologia e Geologia	24	45
Física e Química	29	55



Figura 11. Distribuição das frequências relativas para a variável curso.

Pela análise da Figura 11, verificamos que 45% dos professores frequentam o curso de Biologia e Geologia e 55% frequentam o curso de Física e Química.

Variável Idade

Quadro 35

Distribuição das Frequências Absolutas (N) e Médias e Desvios Padrão para a Variável Idade

Subcategorias (anos)	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
22 – 24	35	22	36	24.83	3.142
25 – 27	11				
28 – 30	3				
31 – 33	2				
34 – 36	2				
Total	53				

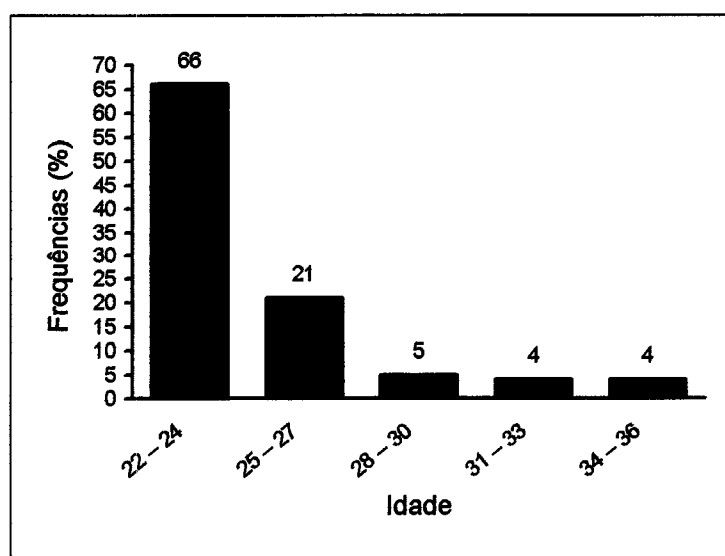


Figura 12. Distribuição das frequências relativas para a variável idade.

Relativamente à idade verificamos que a idade mínima registada foi de 22 anos e a máxima de 36 anos. Com uma média de 24,8 anos e desvio padrão de 3,14, a grande maioria dos professores (66%) encontra-se na faixa etária que vai dos 22 aos 24 anos. (Figura 12).

2 – DIMENSÕES E CATEGORIAS DE ANÁLISE. VARIÁVEIS DEPENDENTES

Apresentamos os resultados, segundo as dimensões e categorias definidas no desenho da investigação. Para avaliar as concepções e atitudes dos professores estagiários, nas dimensões (objectivos da educação em ciência, desenvolvimento curricular e cultura em ciência-tecnologia-sociedade-ambiente), construímos um instrumento de análise constituído por cinco variáveis:

1. Concepções sobre os objectivos da educação em ciência, com catorze indicadores mais um que corresponde à opção outros;
2. Atitudes em relação à prática pedagógica, com trinta indicadores;
3. Concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, com catorze indicadores;
4. Conhecimento de temas contemporâneos de âmbito ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, com trinta indicadores;
5. Fontes de informação de temas de ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, com doze indicadores mais um, que corresponde à opção outras.

No total, temos um instrumento com cinco variáveis e cento e dois indicadores. A partir de cada uma destas variáveis, foram criadas categorias e subcategorias, com as quais procurámos fazer uma análise descritiva mais detalhada.

Quando da utilização de um questionário como instrumento de recolha de dados, para além da validação, importa avaliar, também a sua fiabilidade. Este critério assegura a fiabilidade do instrumento, pois permite encontrar resultados idênticos, quando aplicado em diferentes momentos e perante as mesmas circunstâncias.

Dos vários métodos que existem para determinar o coeficiente de fiabilidade, a consistência interna é considerado como o mais importante (Nunnally, 1978). Esta diz respeito à consistência dos resultados ao longo do teste, ou seja, a precisão da medição efectuada num determinado momento, trata-se de uma estimativa de garantia baseada na correlação média entre os itens (Freeman, 1990). Só podemos dizer que um instrumento tem consistência interna se todas as suas sub partes medirem a mesma característica.

Normalmente, em instrumentos cujos itens apresentam várias alternativas de resposta face a uma escala, calcula-se a fiabilidade a partir do coeficiente de Alfa de Cronbach.

No Quadro 36 são apresentados os coeficientes de fiabilidade de Alfa de Cronbach da escala total (102 itens) e de cada uma das sub-escalas consideradas.

Quadro 36
Coeficientes de Fidelidade do Questionário P

VARIÁVEIS	COEFICIENTE DE FIDELIDADE
1 – Concepções sobre os objectivos da educação em ciência.	-0,5477
2 – Atitudes em relação à prática pedagógica.	0,1744
3 – Concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente.	0,3095
4 – Conhecimento de temas contemporâneos de âmbito ciência-tecnologia-sociedade-ambiente.	0,9323
Total	0,8564

De acordo com Nunnally (1978) os coeficientes de alfa não devem ser inferiores a 0,70. Assim, o valor de alfa obtido para a escala total é bom (alfa = 0,8564). Neste sentido, podemos considerar o instrumento satisfatório para avaliar as concepções e atitudes dos professores, em relação ao nosso objecto de estudo. Porém, a avaliação da fiabilidade das diferentes sub-escalas revela diferenças importantes: enquanto algumas apresentam valores elevados outras registam valores muito baixos.

Assim, na sub-escala 4 (conhecimento de temas contemporâneos de âmbito ciência-tecnologia-sociedade-ambiente) o valor de alfa foi 0,9323, considerado muito bom; e os valores dos alfas, nas sub-escalas 2 e 3, são baixos, respectivamente 0,1744 e 0,3095. Na sub-escala 1 (concepções sobre os objectivos da educação em ciência), o valor de alfa é negativo (-0,5477) o que poderá significar uma maior valorização dos itens negativos.

Importa salientar que uma das principais variáveis que afecta a fiabilidade de uma escala é a longitude (o número de itens) que forma o instrumento, verificando-se que quanto maior for a longitude de uma escala, maior é a sua fiabilidade.

2.1 – Concepções sobre os Objectivos da Educação em Ciência

A dimensão *objectivos da educação em ciência* foi analisada a partir das respostas dadas à Questão n.º 1 (*Avalie a importância de cada um dos objectivos a seguir enunciados, na perspectiva da educação em ciência, ao nível do 3.º ciclo do ensino básico*).

Nesta questão, existem sete itens positivos que revelam concepções actuais de cariz construtivista, coerentes com as novas orientações curriculares para o ensino das ciências e sete itens negativos, que têm subjacentes concepções tradicionalistas sobre os objectivos da educação em ciência, os quais estão assinalados com um *.

Os itens foram distribuídos por quatro subcategorias que correspondem a diferentes competências que a educação em ciência deve desenvolver nos alunos (Quadro 37).

Quadro 37

Distribuição dos Itens da Questão 1 pelas Subcategorias: Objectivos Conceptuais, Objectivos Procedimentais, Objectivos Atitudinais e Objectivos Epistemológicos

CATEGORIA	SUBCATEGORIAS	ITENS
OBJECTIVOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA	Objectivos conceptuais	1.1*, 1.4*, 1.8, 1.10*, 1.12
	Objectivos procedimentais	1.2, 1.9*, 1.13*, 1.14
	Objectivos atitudinais	1.3, 1.6, 1.7*
	Objectivos epistemológicos	1.5, 1.11*

Os itens assinalados com * são negativos.

A fim de clarificar os critérios que presidiram à classificação dos itens em positivos e negativos, apresentamos no Quadro 38 as perspectivas epistemológicas e as competências subjacentes, em cada um dos itens.

Quadro 38

Perspectivas Epistemológicas e Competências Subjacentes em cada Objectivo (item) da Questão 1

ITENS	Perspectiva	Competências
1.1 Promover a compreensão dos principais conceitos, leis e teorias da ciência.	“tradicional”	Conceptuais
1.2 Desenvolver a capacidade de resolução de problemas.	“construtivista”	Procedimentais
1.3 Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciência.	“construtivista”	Atitudinais
1.4 Proporcionar a aquisição de conhecimentos científico-tecnológicos, necessários ao prosseguimento dos estudos.	“tradicional”	Conceptuais
1.5 Promover a compreensão da construção e do desenvolvimento do conhecimento científico.	“construtivista”	Epistemológicas
1.6 Desenvolver a capacidade de tomar decisões fundamentadas, perante o desenvolvimento científico e tecnológico.	“construtivista”	Atitudinais
1.7 Fomentar o respeito pela ciência como conhecimento universalmente verdadeiro.	“tradicional”	Atitudinais
1.8 Desenvolver a compreensão das potencialidades e limites da ciência e tecnologia.	“construtivista”	Conceptuais
1.9 Desenvolver a capacidade de utilizar o método científico.	“tradicional”	Procedimentais
1.10 Promover o conhecimento de aplicações da ciência e tecnologia, no dia-a-dia.	“tradicional”	Conceptuais
1.11 Promover a compreensão das etapas do método científico.	“tradicional”	Epistemológicas
1.12 Promover a compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos genéricos, relacionados com o quotidiano dos alunos.	“construtivista”	Conceptuais
1.13 Desenvolver a capacidade de utilizar procedimentos instrumentais (manuseio de instrumentos de medida, montagem de dispositivos ...).	“tradicional”	Procedimentais
1.14 Desenvolver a capacidade de realizar investigação científica.	“construtivista”	Procedimentais

2.1.1 – Objectivos conceptuais

No Quadro 39, estão registados os resultados obtidos na subcategoria *objectivos conceptuais*, que inclui cinco itens, três negativos e dois positivos.

Quadro 39

Objectivos Conceptuais. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%) Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES										Score médio
	NI		PI		I		MI		Média	DP	
	N	%	N	%	N	%	N	%			
1.1 – Promover a compreensão dos principais conceitos, leis e teorias da ciência.*	0	0,0	0	0,0	18	34,0	35	66,0	1,3 (3,7)	0,48	2,7
1.4 – Proporcionar a aquisição de conhecimentos científico-tecnológicos, necessários ao prosseguimento dos estudos.*	0	0,0	0	0,0	28	52,8	25	47,2	1,5 (3,5)	0,50	
1.8 – Desenvolver a compreensão das potencialidades e limites da ciência e tecnologia.	0	0	5	9,4	26	49,1	22	41,5	3,3	0,64	
1.10 – Promover o conhecimento de aplicações da ciência e tecnologia, no dia-a-dia.*	0	0,0	0	0,0	17	32,1	36	67,9	1,3 (3,7)	0,47	
1.12 – Promover a compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos genéricos, relacionados com o quotidiano dos alunos.	0	0	1	1,9	17	32,1	35	66,0	3,6	0,52	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

O cálculo do score médio foi efectuado a partir dos scores invertidos.

No que se refere aos objectivos conceptuais, verifica-se que os três itens negativos (1.1, 1.4 e 1.10) foram considerados importantes pela totalidade dos estagiários. “Promover o conhecimento de aplicações da ciência e tecnologia, no dia-a-dia” e “Promover a compreensão dos principais conceitos, leis e teorias da ciência” foram os objectivos em que se registou a média mais elevada ($M = 3,7$) e também o menor desvio padrão (0,47 e 0,48, respectivamente). Mais de 66% dos professores consideram estes dois objectivos “muito importantes”.

O outro objectivo que também reuniu o consenso dos estagiários, na importância, foi a “aquisição de conhecimentos científico-tecnológicos, necessários ao prosseguimento dos

estudos”; 53% consideram este objectivo “importante” e 47% acham mesmo que é “muito importante”; a média foi de 3,5 e o desvio padrão de 0,50.

A “compreensão das potencialidades e limites da ciência e tecnologia” foi o objectivo em que se verificou a média mais baixa ($M = 3,3$) e o maior desvio padrão ($DP = 0,64$); 9% dos professores não consideram este objectivo importante. A “compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos genéricos, relacionados com o quotidiano dos alunos” obteve uma percentagem significativa de concordância: apenas um professor discordou, 32% consideram este objectivo “importante” e 66% acham-no “muito importante”.

Ao compararmos as médias que traduzem a importância que os professores atribuem aos objectivos conceptuais “negativos” e “positivos”, verificamos que as diferenças não são significativas: nos primeiros, a média é 3,6, nos segundos, é 3,5. Estes dados levam-nos a concluir que coexistem concepções tradicionais sobre os objectivos da educação em ciência, que podemos definir como academicistas; e concepções actuais, de cariz construtivista, coerentes com as actuais Orientações Curriculares para o ensino básico.

2.1.2 – Objectivos procedimentais

A subcategoria *objectivos procedimentais* inclui quatro itens, dois positivos e dois negativos. Os resultados obtidos encontram-se registados no Quadro 40.

Quadro 40

Objectivos Procedimentais. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES										Score médio
	NI		PI		I		MI		Média	DP	
	N	%	N	%	N	%	N	%			
1.2 – Desenvolver a capacidade de resolução de problemas.	0	0	0	0	12	22,6	41	77,4	3,8	0,42	2,7
1.9 – Desenvolver a capacidade de utilizar o “método científico”.*	0	0,0	6	11,3	34	64,2	13	24,5	1,9 (3,1)	0,59	

Quadro 40
(continuação)

ITENS	SCORES										Score médio
	NI		PI		I		MI		Média	DP	
	N	%	N	%	N	%	N	%			
1.13 – Desenvolver a capacidade de utilizar procedimentos instrumentais (manuseio de instrumentos de medida, montagem de dispositivos ...).*	0	0,0	7	13,2	29	54,7	17	32,1	1,8 (3,2)	0,65	
1.14 – Desenvolver a capacidade de realizar investigação científica.	0	0	7	13,2	31	58,5	15	28,3	3,2	0,63	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

O cálculo do score médio foi efectuado a partir dos scores invertidos.

Ao nível dos objectivos procedimentais, apenas o objectivo que se refere à “capacidade de resolução de problemas” foi considerado importante por todos os professores, dos quais 77% o considera “muito importante”, tendo registado a média mais elevada ($M = 3,8$) e o menor desvio padrão ($DP = 0,42$).

Os outros três objectivos são considerados importantes por um número bastante significativo de professores, registando médias muito próximas que oscilaram entre 3,1 2 3,2 e consenso moderado. Para 89% dos professores, é importante “Desenvolver a capacidade de utilizar o ‘método científico’”, enquanto cerca de 87% consideram importante desenvolver a “capacidade de realizar investigação científica” e a “capacidade de utilizar procedimentos instrumentais”.

A aproximação dos valores destes três objectivos, em termos de médias, parece apontar para uma relação conceptual entre investigação científica, aplicação do “método científico” e aplicação de procedimentos instrumentais, evidenciando a existência de concepções epistemológicas de pendor empirista.

A comparação das médias totais dos itens negativos (1.9 e 1.13) e positivos (1.2 e 1.14) permite-nos concluir que os professores dão quase tanta importância aos objectivos procedimentais de natureza empirista ($M = 3,2$), como aos objectivos procedimentais construtivistas ($M = 3,5$), que são coerentes com as novas orientações curriculares.

2.1.3 – Objectivos atitudinais

No Quadro 41, estão registados os resultados obtidos na subcategoria *objectivos atitudinais*, que inclui três itens, sendo dois positivos e um negativo.

Quadro 41

Objectivos Atitudinais. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES										Score médio
	NI		PI		I		MI		Média	DP	
	N	%	N	%	N	%	N	%			
1.3 – Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciência.	0	0,0	2	3,8	31	58,5	20	37,7	3,3	0,55	2,9
1.6 – Desenvolver a capacidade de tomar decisões fundamentadas, perante o desenvolvimento científico e tecnológico.	0	0,0	1	1,9	28	52,8	24	45,3	3,4	0,54	
1.7 – Fomentar o respeito pela ciência como conhecimento universalmente verdadeiro.*	2	3,8	9	17,0	27	50,9	15	28,3	2,0 (3,0)	0,78	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos *scores*.

O cálculo do *score* médio foi efectuado a partir dos *scores* invertidos.

A perspectiva dogmática da ciência, patente no item 1.7, apesar de apresentar a média mais baixa ($M = 3,0$) e o menor consenso ($DP = 0,78$), registou uma frequência consideravelmente elevada, pois mais de 2/3 dos professores (79%) considera “a ciência como conhecimento universalmente verdadeiro”.

Os outros dois objectivos registaram médias muito próximas, verificando-se a média mais elevada ($M = 3,4$) no objectivo que diz respeito à “capacidade de tomar decisões fundamentadas perante o desenvolvimento científico e tecnológico”, em que somente um professor não considerou este objectivo importante. O objectivo de “Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciência” obteve uma média de 3,3, com dois professores a discordarem da sua importância.

2.1.4 – Objectivos epistemológicos

Apresentamos, no quadro seguinte, os dados obtidos na subcategoria *objectivos epistemológicos*, que contém um item positivo e um negativo.

Quadro 42

Objectivos Epistemológicos. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES										Score médio
	NI		PI		I		MI		Média	DP	
	N	%	N	%	N	%	N	%			
1.5 – Promover a compreensão da construção e do desenvolvimento do conhecimento científico.	0	0,0	0	0,0	22	41,5	31	58,5	3,6	0,49	2,9
1.11 – Promover a compreensão das etapas do “método científico”.*	0	0,0	13	24,5	34	64,2	6	11,3	2,1 (2,9)	0,59	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos *scores*.

O cálculo do *score* médio foi efectuado a partir dos *scores* invertidos.

O objectivo de “Promover a compreensão da construção e do desenvolvimento do conhecimento científico” obteve a média mais elevada (3,6). Todos os estagiários consideram este objectivo importante e 59% consideram-no mesmo muito importante. No entanto, 76% também consideram importante a “compreensão das etapas do ‘método científico’”, objectivo que registou uma média de 2,9 e desvio padrão de 0,59.

Apesar dos professores atribuírem mais importância à “compreensão da construção e desenvolvimento da ciência” ($M = 3,6$) do que à “compreensão das etapas do ‘método científico’” ($M = 2,9$), nestes resultados está subjacente a relação que muitos professores estabelecem entre “método científico” e construção do conhecimento científico, evidenciando, mais uma vez, concepções epistemológicas empirista/indutivistas.

No quadro seguinte, apresentamos os dados que nos permitem comparar, em termos gerais, a importância relativa que os professores atribuem a cada uma das subcategorias de

objectivos e, ainda, verificar o grau de aproximação/afastamento das concepções dos estagiários, em cada uma das subcategorias, relativamente ao nosso quadro teórico.

Quadro 43

Objectivos da Educação em Ciência. Médias e Desvios Padrão para as Subcategorias: Objectivos Conceptuais, Objectivos Procedimentais, Objectivos Atitudinais e Objectivos Epistemológicos

SUBCATEGORIAS	SCORES	
	Média	DP
Objectivos Conceptuais	2,2 (3,6)	0,21
Objectivos Procedimentais	2,7 (3,3)	0,27
Objectivos Atitudinais	2,9 (3,3)	0,31
Objectivos Epistemológicos	2,8 (3,2)	0,35
Total	2,7 (3,4)	0,12

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos *scores*.

A análise das médias obtidas (sem inversão dos *scores*) permite-nos estabelecer uma ordenação hierárquica destas quatro subcategorias. Assim, os objectivos de natureza conceptual foram os mais valorizados ($M = 3,6$; $DP = 0,21$); logo a seguir vêm os objectivos procedimentais e atitudinais, ambos com a mesma média ($M = 3,3$); e, por último, os objectivos de natureza epistemológica ($M = 3,2$; $DP = 0,35$).

As médias calculadas com os *scores* dos itens negativos invertidos revelam que as concepções dos professores relacionadas com os objectivos conceptuais são as que se afastam mais do nosso quadro teórico de referência. A média alcançada ($M = 2,2$), apesar de traduzir concepções favoráveis, está muito afastada do nível mínimo de exigência (3). As médias alcançadas nas restantes subcategorias estão mais próximas do nosso quadro teórico. As concepções mais favoráveis são as que se referem aos objectivos atitudinais ($M = 2,9$); logo a seguir, as que concernem aos objectivos epistemológicos ($M = 2,8$); e, por último, as que respeitam aos objectivos procedimentais ($M = 2,7$).

O resultado global alcançado na categoria objectivos da educação em ciência foi favorável ($M = 2,7$), todavia, não foi atingido o nível mínimo de exigência estabelecido (3). Neste sentido, será necessário que a formação de professores promova uma reflexão sobre os

objectivos da educação em ciência, à luz das actuais correntes da epistemologia e sociologia da educação, para ajudar os futuros professores a ultrapassar algumas das concepções tradicionais que resistem à mudança.

No Quadro 44, estão registados os resultados obtidos para os *objectivos da educação em ciência*, função das variáveis independentes.

Quadro 44

Objectivos da Educação em Ciência, função das Variáveis Independentes

VARIÁVEIS INDEPENDENTES		N	Média	DP	t-student	r	p
Género	Masculino	14	2,6	0,12	-0,518	-	,607
	Feminino	39	2,6	0,12			
Idade	[22; 24]	35	2,6	0,12	-	-,037	,792
	[25; 27]	11	2,6	0,14			
	[28; 30]	3	2,6	0,71			
	[31; 33]	2	2,5	0,20			
	[34; 36]	2	2,6	0,00			
Curso	Biologia e Geologia	24	2,6	0,12	0,160	-	,873
	Física e Química	29	2,6	0,11			

Pela análise do quadro, verificamos que não se registam diferenças estatisticamente significativas entre o género masculino e feminino [$t(52) = -0,518$; $p = ,607$]. A idade dos sujeitos não apresentou correlação significativa com esta categoria [$r = -,037$; $p = ,792$]. Relativamente à variável curso, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas [$t(52) = 0,160$; $p = ,873$].

2.2 – Atitudes em Relação à Prática Pedagógica

A dimensão atitudes em relação à prática pedagógica foi analisada a partir das respostas dadas à Questão n.º 2 (*As afirmações desta questão referem-se a diferentes*

atitudes do professor de ciências, em situação de prática pedagógica. Indique qual deve ser, na sua opinião, a atitude do professor de ciências).

Nesta questão, existem quinze itens positivos, que revelam atitudes coerentes com as novas orientações curriculares para o ensino das ciências, e quinze itens negativos (identificados com *), que correspondem a atitudes pouco coerentes com o que, na actualidade, a investigação educacional em ciências, considera adequado.

Para procedermos à análise das atitudes em relação à prática pedagógica, construímos um instrumento de análise que inclui duas categorias que correspondem a objectos de análise distintos:

- 1 Atitudes relacionadas com as experiências educativas;
- 2 Atitudes relacionadas com a planificação da prática pedagógica.

A categoria *experiências educativas* inclui vinte e quatro itens (12 negativos e 12 positivos) que foram distribuídos por cinco subcategorias. A categoria *planificação* inclui seis itens (3 positivos e 3 negativos). No Quadro 45, apresentamos a distribuição dos itens pelas categorias e subcategorias.

Quadro 45

Distribuição dos Itens da Questão 2 pelas Categorias: Experiências Educativas e Planificação da Prática Pedagógica

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	ITENS
Experiências educativas	Concepções alternativas	2.3*, 2.12
	Actividade de pesquisa	2.7, 2.8, 2.10, 2.15, 2.22, 2.25
	Actividades experimentais	2.4, 2.5*, 2.11*, 2.16, 2.21, 2.23*
	Resolução de problemas	2.9, 2.17*, 2.19*, 2.27
	Exposição	2.1*, 2.2*, 2.6*, 2.14*, 2.20*, 2.29*,
Planificação	—	2.13*, 2.24*, 2.18, 2.26, 2.28, 2.30*

Os itens assinalados com * são negativos.

2.2.1 – Experiências educativas

Esta categoria inclui cinco subcategorias (concepções alternativas, actividades de pesquisa, actividades experimentais, resolução de problemas e exposição), que passamos a analisar.

2.2.1.1 – Concepções alternativas

As concepções alternativas não constituem uma experiência educativa, mas estão presentes no acto educativo, pelo que importa conhecer as atitudes dos professores, perante as concepções alternativas dos alunos.

Esta subcategoria é constituída por dois itens, um positivo, coerente com o construtivismo, que valoriza as concepções prévias dos alunos e o papel do “erro” na construção do conhecimento; e outro negativo, que evidencia uma posição epistemológica contrária. No quadro seguinte, apresentamos os resultados obtidos nesta subcategoria.

Quadro 46

Concepções Alternativas. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES										Score médio
	DT		D		C		CT		Média	DP	
	N	%	N	%	N	%	N	%			
2.3 – Corrigir, sempre que possível, as ideias erradas dos alunos.*	0	0,0	1	1,9	5	9,4	47	88,7	1,1 (3,9)	0,39	2,4
2.12 – Levar os alunos a reflectir sobre as suas ideias e a tomá-las como ponto de partida, no ensino-aprendizagem de novos conceitos.	0	0,0	0	0,0	22	41,5	31	58,5	3,6	0,50	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

O cálculo do score médio foi efectuado a partir dos scores invertidos.

Se, por um lado, a totalidade dos estagiários revela atitudes construtivistas que valorizam as ideias dos alunos e as tomam como ponto de partida no ensino-aprendizagem de novos conceitos ($M = 3,6$; $DP = 0,50$), por outro, uma elevada percentagem de

professores (98%) não reconhece o valor epistemológico do erro. Destes, 89% manifesta-se totalmente de acordo com a necessidade de corrigir as ideias erradas dos alunos. Com efeito, este foi o item que registou a média mais elevada ($M = 3,9$) e também a menor dispersão ($DP = 0,39$). Mais uma vez, estamos perante atitudes incoerentes reveladoras da ausência de reflexão epistemológica e de um construtivismo pouco consolidado.

2.2.1.2 – Actividades de pesquisa

Fazem parte desta subcategoria seis itens, todos positivos, que traduzem diferentes atitudes relacionadas com as actividades de pesquisa, todas elas coerentes com o actual paradigma do ensino das ciências. Os resultados obtidos encontram-se registados no Quadro 47.

Quadro 47

Actividades de pesquisa. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES										Score médio
	DT		D		C		CT		Média	DP	
	N	%	N	%	N	%	N	%			
2.7 – Levar os alunos a explorar situações do dia-a-dia que permitam avaliar as potencialidades e limitações da ciência e da Tecnologia.	0	0,0	0	0,0	23	43,4	30	56,6	3,6	0,50	3,5
2.8 – Levar os alunos a usar as novas tecnologias de informação e comunicação, na pesquisa e recolha de informação.	0	0,0	0	0,0	16	30,2	37	69,8	3,7	0,46	
2.10 – Estimular o uso de questões: “como?”, “quando?”, “porque?”. “onde?”, “o quê?”.	0	0,0	2	3,8	23	43,4	28	52,8	3,5	0,58	
2.15 – Promover actividades em que os alunos analisam informação sobre o contexto em que surgiram os conceitos e como evoluíram.	0	0,0	2	3,8	40	75,5	11	20,8	3,2	0,47	

Quadro 47
(continuação)

ITENS	SCORES										Score médio
	DT		D		C		CT		Média	DP	
	N	%	N	%	N	%	N	%			
2.22 – Implementar a realização de actividades que exijam a mobilização e articulação de saberes de diferentes áreas científicas.	0	0,0	0	0,0	25	47,2	28	52,8	3,5	0,50	
2.25 – Promover actividades em que os alunos avaliem as implicações sociais e/ou ambientais da ciência e tecnologia.	0	0,0	0	0,0	32	60,4	21	39,6	3,4	0,49	

Relativamente a esta subcategoria, verificou-se que os *scores* médios foram elevados e o consenso nas respostas moderado. Os resultados apontam para atitudes muito favoráveis em todos os itens, pois os *scores* médios oscilam entre 3,2 e 3,7.

A concordância com a realização de actividades de pesquisa foi bastante elevada, pois quatro das seis preposições são consideradas importantes por todos os estagiários e, nas outras duas, a percentagem de opiniões concordantes apenas baixou para cerca de 96%. Há dois professores que não concordam com o “uso de questões “como?”, “quando?”, “porquê?”, “onde?”, “o quê?””; e igual número não concorda com a realização de actividades em que os alunos analisam informação sobre o contexto em que surgiram os conceitos e como evoluíram”.

O uso, por parte dos alunos, das novas tecnologias de informação e comunicação, na pesquisa e recolha de informação, foi a preposição que obteve a média mais elevada ($M = 3,7$; $DP = 0,42$), com 70% dos professores totalmente de acordo. As restantes preposições também registaram médias elevadas, a “exploração de situações do dia-a-dia que permitam avaliar as potencialidades e limitações da ciência e tecnologia” ($M = 3,6$; $DP = 0,50$); a “realização de actividades que exijam a mobilização e articulação de saberes de diferentes áreas científicas” ($M = 3,5$; $DP = 0,50$); o “desenvolvimento de actividades em que os alunos avaliem as implicações sociais e/ou ambientais da ciência e da tecnologia” ($M = 3,4$; $DP = 0,49$).

Face aos resultados alcançados nesta subcategoria podemos concluir que os professores manifestam atitudes, em relação às actividades de pesquisa, que são coerentes com o que a investigação em didáctica das ciências preconiza.

2.2.1.3 – Actividades experimentais

Na subcategoria *actividades experimentais* constam seis itens, três são negativos, correspondentes a concepções epistemológicas empiristas, e três são positivos, fundamentando-se nas correntes epistemológicas construtivistas. Os resultados obtidos estão registados no quadro seguinte.

Quadro 48

Actividades experimentais. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES								Média	DP	Score médio
	DT		D		C		CT				
	N	%	N	%	N	%	N	%			
2.4 – Colocar maior ênfase nos procedimentos do que nos resultados das actividades experimentais.	4	7,5	22	41,5	19	35,8	8	15,1	2,6	0,84	2,4
2.5 – Fornecer o protocolo das actividades experimentais, para que os alunos cheguem mais rapidamente aos resultados esperados.*	2	3,8	13	24,5	27	50,9	11	20,8	2,1 (2,9)	0,78	
2.11 – Promover a realização de experiências, para que os alunos compreendam como se constrói o conhecimento científico.*	0	0,0	1	1,9	24	45,3	28	52,8	1,5 (3,5)	0,54	
2.16 – Promover investigações em que os alunos têm de planear e executar actividades experimentais.	0	0,0	3	5,7	26	49,1	24	45,3	3,4	0,60	
2.21 – Promover o debate de questões sobre a natureza da ciência (papel da teoria e da hipótese, metodologia científica, a ciência como actividade humana e social...).	0	0,0	4	7,5	40	75,5	9	17,0	3,1	0,49	
2.23 – Realizar actividades experimentais, para demonstrar conceitos e/ou teorias.*	0	0,0	6	11,3	26	49,1	21	39,6	1,7 (3,3)	0,66	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos *scores*.

O cálculo do *score* médio foi efectuado a partir dos *scores* invertidos.

Nesta subcategoria, as incoerências são muito evidentes, pois os mesmos professores concordam com atitudes de natureza construtivista e com atitudes empiristas.

As médias alcançadas, nos itens 2.11 e 2.23, indicam que um número elevado de professores associa a construção do conhecimento científico à realização de experiências. Com efeito, 98% dos professores acham que as actividades experimentais ajudam os alunos a compreender como se constrói o conhecimento científico ($M = 3,5$; $DP = 0,54$) e 89% continuam convencidos de que as actividades experimentais servem para demonstrar conceitos e/ou teorias ($M = 3,3$; $DP = 0,66$).

A valorização dos produtos da ciência em relação aos procedimentos é confirmada pelos resultados obtidos nos itens 2.4 e 2.5. Constatando-se que apenas 51% dos professores concordam com a necessidade de “Colocar maior ênfase nos procedimentos do que nos resultados das actividades experimentais” ($M = 2,6$; $DP = 0,84$) e que um número considerável de professores (72%) defende o uso do protocolo, como forma de levar os alunos mais rapidamente aos resultados esperados ($M = 2,9$; $DP = 0,78$).

Contudo, os professores também revelaram algumas atitudes muito favoráveis. Verificando-se que cerca de 94% são da opinião de que as actividades experimentais devem de ser planeadas e executadas pelos alunos ($M = 3,4$; $DP = 0,60$); e que 93% dos professores valoriza o debate de questões sobre a natureza da ciência ($M = 3,1$; $DP = 0,49$), aspecto fundamental para a interiorização de uma imagem mais adequada da construção do conhecimento científico.

Quando comparamos as médias dos itens negativos (assinaladas com *), que correspondem a atitudes com forte sentido empirista/positivista, com os itens positivos, que traduzem uma visão actual da ciência, respectivamente de 3,2 e de 3,0, podemos afirmar que, apesar das correntes actuais serem amplamente divulgadas ao nível da Didáctica das Ciências, as concepções mais tradicionais persistem, dificultando, por um lado, a inovação no ensino das ciências e por outro, contribuindo para uma imagem distorcida da ciência.

2.2.1.4 – Resolução de problemas

Esta subcategoria contém quatro itens, dois positivos e dois negativos. Os resultados que revelam a concordância dos professores em relação a diferentes atitudes relacionadas com resolução de problemas estão expressos no Quadro 49.

Quadro 49

Resolução de problemas. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES								Média	DP	Score médio
	DT		D		C		CT				
	N	%	N	%	N	%	N	%			
2.9 – Estimular a aplicação de conhecimentos e processos científicos, na interpretação de fenómenos quotidianos e/ou de novos fenómenos.	0	0,0	0	0,0	17	32,1	36	67,9	3,7	0,47	2,5
2.17 – Privilegiar a dimensão científica, no debate de temas polémicos (sexualidade, toxicod dependência, tabagismo, alcoolismo ...).*	0	0,0	9	17,0	24	45,3	20	37,7	1,8 (3,2)	0,72	
2.19 – Apresentar situações problemáticas e orientar os alunos, para que cheguem à solução mais correcta ou aos conceitos pretendidos.*	0	0,0	1	1,9	21	39,6	31	58,5	1,4 (3,6)	0,54	
2.27 – Criar situações problemáticas sobre diversos temas, para que os alunos utilizem metodologia científica.	0	0,0	4	7,5	35	66,0	14	26,4	3,2	0,56	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

O cálculo do score médio foi efectuado a partir dos scores invertidos.

A totalidade dos professores concorda com a necessidade de “Estimular a aplicação de conhecimentos e processos científicos na interpretação de fenómenos quotidianos e/ou de novos fenómenos”. Esta atitude registou uma média elevada ($M = 3,7$, $DP = 0,47$), muito próxima do score máximo.

A utilização de metodologia científica na resolução de situações problemáticas sobre diversos temas, com quatro opiniões discordantes, registou a menor média ($M = 3,2$; $DP = 0,56$). Apenas com uma opinião discordante, está a proposição que diz respeito à apresentação de situações problemáticas com a resolução orientada, para que os alunos cheguem à solução mais correcta ou aos conceitos pretendidos ($M = 3,6$; $DP = 0,54$). A elevada concordância neste item (98%) contraria os princípios da metodologia investigativa implícitos nos itens (2.9 e 2.27). Um número elevado de professores apresenta uma visão redutora da resolução de situações problemáticas (83%), concordando com o debate de

temas polémicos em que se privilegia a dimensão científica ($M = 3,2$; $DP = 0,72$), o que tem implícita uma subvalorização das dimensões social e humana da ciência.

2.2.1.5 – Exposição

A subcategoria *exposição* inclui diferentes atitudes relacionadas com os princípios e objectivos da metodologia expositiva (o professor é o detentor do conhecimento, o ensino-aprendizagem está centrado em conteúdos de natureza académica). Por conseguinte, os seis itens que caracterizam a metodologia expositiva estão conotados negativamente. No Quadro 50, estão registados os resultados obtidos nesta subcategoria.

Quadro 50

Exposição. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES								Média	DP	Score médio
	DT		D		C		CT				
	N	%	N	%	N	%	N	%			
2.1 – Dar exemplos de como ideias importantes se divulgaram e foram aceites e desenvolvidas ou rejeitadas e substituídas, para que os alunos compreendam a história da ciência.*	0	0,0	3	5,7	28	52,8	22	41,5	1,6 (3,4)	0,59	1,6
2.2 – Promover a realização de exercícios do manual escolar, para a consolidação de conhecimentos.*	0	0,0	0	0,0	35	66,0	18	34,0	1,7 (3,3)	0,48	
2.6 – Apresentar os conteúdos sob a forma de mapas de conceitos, para facilitar a compreensão e aprendizagem dos mesmos.*	1	1,9	0	0,0	30	56,6	22	41,5	1,6 (3,4)	0,60	
2.14 – Relatar aspectos da história da ciência, que evidenciem relações entre ciência, tecnologia e sociedade.*	0	0,0	2	3,8	29	54,7	22	41,5	1,6 (3,4)	0,56	
2.20 – Fornecer “apontamentos” sobre os principais conceitos, para os alunos registarem no caderno.*	0	0,0	8	15,1	26	49,1	19	35,8	1,8 (3,2)	0,69	
2.29 – Utilizar diferentes recursos visuais, de modo a aumentar a motivação dos alunos, facilitando a aprendizagem dos conteúdos.*	0	0,0	1	1,9	12	22,6	40	75,5	1,3 (3,7)	0,49	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos *scores*.

O cálculo do *score* médio foi efectuado a partir dos *scores* invertidos.

A exposição continua a ter uma enorme adesão por parte dos professores, cinco das seis atitudes expositivas obtiveram frequências de concordância muito elevadas, situadas entre 94% e 100%; verificando-se ainda, um consenso moderado nas respostas.

O uso de diferentes recursos visuais, para aumentar a motivação dos alunos e facilitar a aprendizagem dos conteúdos, foi a atitude mais valorizada ($M = 3,7$; $DP = 0,49$), já que apenas um professor discorda desta atitude e 76% estão totalmente de acordo.

“Fornecer ‘apontamentos’ sobre os principais conceitos, para os alunos registarem no caderno”, obteve a média mais baixa ($M = 3,2$; $DP = 0,69$). No entanto, é um recurso bastante valorizado, pois apenas oito professores (15%) discordam e, dos 85% que estão de acordo, mais de 1/3 concordam totalmente.

A resolução de exercícios do manual escolar, como meio de consolidação de conhecimentos, registou a segunda média mais baixa ($M = 3,3$) e o maior consenso entre os professores ($DP = 0,48$), todos concordaram com esta atitude. No que se refere ao uso de mapas de conceitos como forma de facilitar a compreensão e aprendizagem dos conteúdos, 98% dos professores está de acordo, registando-se uma média de 3,4 e um desvio padrão de 0,60.

Os itens 2.1 e 2.14 que dizem respeito a conteúdos actuais, sobre a história e a epistemologia da ciência, registaram a mesma média e ($M = 3,4$) e os desvios padrão foram de 0,59 e 0,56, respectivamente. Evidenciando que estas questões são valorizadas pelos professores.

A exposição, centrada no professor e nos conteúdos, sendo uma prática de ensino fortemente contestada pelas correntes construtivistas, continua bem presente nos professores. Associada à exposição, surge a preocupação com a consolidação dos conhecimentos na perspectiva de reprodução da informação. Também é visível a preocupação em melhorar a exposição, tornando a aprendizagem mais fácil, nomeadamente através da utilização de diferentes recursos visuais e de mapas de conceitos.

No Quadro 51, apresentamos os dados que nos permitem comparar, em termos gerais, a importância relativa que os professores atribuem a cada uma das subcategorias e, ainda, verificar o grau de aproximação das concepções dos estagiários ao nosso quadro teórico. No primeiro caso, consideramos os valores das médias calculadas sem inversão dos

itens negativos e no segundo, utilizamos os valores dos *scores* calculados com os itens negativos invertidos.

Quadro 51

Experiências educativas. Médias e Desvios Padrão para as Subcategorias: Concepções Alternativas, Actividades de Pesquisa, Actividades Experimentais, Resolução de Problemas e Exposição

SUBCATEGORIAS	SCORES	
	Média	DP
Concepções alternativas	2,4 (3,8)	0,30
Actividades de pesquisa	3,5 (3,5)	0,29
Actividades experimentais	2,4 (3,1)	0,26
Resolução de Problemas	2,5 (3,4)	0,26
Exposição	1,6 (3,4)	0,28
Total	2,5 (3,4)	0,12

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos *scores*.

O consenso nestas cinco subcategorias foi alto, pois variou entre 0,26 e 0,30. A análise dos *scores* médios (sem inversão) mostra que a subcategoria das concepções alternativas foi a que registou a média mais elevada ($M = 3,8$); depois vêm as actividades de pesquisa ($M = 3,5$); logo a seguir, surgem a resolução de problemas e a exposição, ambas com média de 3,4; e, por último, as actividades experimentais ($M = 3,1$).

Relativamente ao grau de concordância das atitudes dos professores com o nosso quadro teórico, os *scores* médios (com inversão) mostram que esta é maior nas actividades de pesquisa ($M = 3,5$), cujo resultado aponta para atitudes muito favoráveis. A menor concordância registou-se na categoria exposição, em que o *score* médio alcançado ($M = 1,6$) é revelador de atitudes desfavoráveis. Nas restantes categorias, as médias situam-se entre 2,4 e 2,5 indicando uma posição favorável. A média total dos *scores* obtidos nas diversas experiências educativas é de 2,5 com um desvio padrão de 0,12, resultado que aponta para atitudes favoráveis mas que ainda se encontram afastadas do nosso quadro teórico de referência, pois não foi alcançado o nível mínimo de exigência (3).

2.2.2 – Planificação

Os resultados obtidos na subcategoria *planificação* encontram-se registados no Quadro 52. Foram considerados seis itens, três positivos e três negativos, referindo-se estes últimos a formas tradicionais de planificar o ensino-aprendizagem.

Quadro 52

Planificação. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES								Média	DP	Score médio
	DT		D		C		CT				
	N	%	N	%	N	%	N	%			
2.13 – Organizar os conteúdos curriculares de forma sistematizada, sequencial e linear.*	1	1,9	6	11,3	26	49,1	20	37,7	1,8 (3,2)	0,72	2,8
2.18 – Organizar o ensino-aprendizagem, de acordo com as características psicológicas e sociais médias da turma.	1	1,9	4	7,5	22	41,5	26	49,1	3,4	0,71	
2.24 – Utilizar o manual escolar, como principal recurso na preparação das actividades de ensino-aprendizagem.*	10	18,9	24	45,3	17	32,1	2	3,8	2,8 (2,2)	0,79	
2.26 – Organizar os conteúdos curriculares, em função das necessidades e dos interesses dos alunos.	2	3,8	8	15,1	25	47,2	18	34,0	3,1	0,80	
2.28 – Recorrer a diferentes fontes de informação (artigos/suplementos da imprensa diária e semanal, programas televisivos, Internet, conhecimentos do senso comum), para preparar as actividades de ensino-aprendizagem.	0	0	1	1,9	15	28,3	37	69,8	3,7	0,51	
2.30 – Definir previamente os conteúdos, depois os objectivos e, por fim, seleccionar as estratégias mais adequadas.*	1	1,9	4	7,5	24	45,3	24	45,3	1,7 (3,3)	0,71	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

O cálculo do score médio foi efectuado a partir dos scores invertidos.

Nas concepções relativamente à organização dos conteúdos, encontramos uma enorme contradição: 87% dos estagiários partilha a opinião de que os conteúdos devem ser organizados de forma sistematizada, sequencial e linear ($M = 3,2$; $DP = 0,72$) e 81%

concorda com a organização dos conteúdos, em função das necessidades e dos interesses dos alunos ($M = 3,1$; $DP = 0,80$).

Em relação às principais fontes de informação/recursos utilizados pelo professor na preparação das actividades de ensino-aprendizagem, a maioria (98%) concorda com o uso de diferentes fontes de informação, tendo sido alcançado um *score* médio próximo do *score* máximo ($M = 3,7$; $DP = 0,51$); e apenas 36% dos professores concorda com o uso do manual escolar como principal recurso ($M = 2,2$; $DP = 0,79$).

A organização do ensino-aprendizagem, de acordo com as características psicológicas e sociais médias da turma regista a segunda média mais elevada ($M = 3,4$; $DP = 0,71$), com 91% dos professores a concordarem com esta atitude. Contudo, a mesma percentagem de professores evidencia concepções tradicionais, quanto à forma de planificar o ensino-aprendizagem; definem previamente os conteúdos, depois os objectivos e por fim seleccionam as estratégias. O *score* médio alcançado nesta subcategoria ($M = 3,3$; $DP = 0,71$) revela um nível de acordo muito elevado em relação a este modo tradicional de planificar o ensino.

No Quadro 53, apresentamos os resultados das duas categorias (experiências educativas e planificação) da dimensão *Atitudes em relação à prática pedagógica*.

Quadro 53

Atitudes em Relação à Prática Pedagógica. Médias e Desvios Padrão para as Categorias: Experiências Educativas e Planificação

CATEGORIAS	SCORES	
	Média	DP
Experiências Educativas	2,5	0,12
Planificação	2,7	0,31
Total	2,6	0,17

O *score* médio alcançado nas duas categorias ($M = 2,6$; $DP = 0,17$), revela que os professores manifestam atitudes favoráveis em relação à prática pedagógica. Contudo, este valor não atingiu o nível mínimo de exigência (3). Assim, podemos concluir que estes

professores não possuem um conhecimento aprofundado e consolidado sobre experiências educativas de cariz construtivista, nem sobre a planificação do ensino.

No Quadro 54, estão registados os resultados obtidos para as atitudes em relação à prática pedagógica, em função das variáveis independentes.

Quadro 54

Atitudes em Relação à Prática Pedagógica, função das Variáveis Independentes

VARIÁVEIS INDEPENDENTES		<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>t-student</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Género	Masculino	14	2,5	0,13	-0,582	-	,563
	Feminino	39	2,5	0,11			
Idade	[22; 24]	35	2,5	0,12	-	-,43	,762
	[25; 27]	11	2,5	0,12			
	[28; 30]	3	2,5	0,12			
	[31; 33]	2	2,6	0,17			
	[34; 36]	2	2,5	0,00			
Curso	Biologia e Geologia	24	2,6	0,13	1,621	-	,111
	Física e Química	29	2,5	0,10			

Pela análise do quadro verifica-se que na categoria “atitudes em relação à prática pedagógica” não se registam diferenças estatisticamente significativas entre o género masculino e feminino [$t(52) = -0,582$; $p = ,563$]. A idade dos sujeitos não apresentou correlação significativa com esta categoria [$r = -,43$; $p = ,762$]. Para a variável curso, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas [$t(52) = 0,621$; $p = ,111$].

2.2.3 – Ênfase do ensino

De um modo geral, os itens negativos correspondem a um ensino tradicional, centrado no professor e/ou conteúdos, enquanto que os itens positivos correspondem a um ensino de cariz construtivista, que coloca ênfase no aluno. Por conseguinte, criámos uma

nova variável, a “ênfase do ensino”. Os resultados obtidos para esta variável encontram-se registados no Quadro 55. Como estes itens já tinham sido analisados noutras categorias, apresentamos apenas os resultados totais obtidos nas duas subcategorias: ensino centrado no professor/conteúdos e ensino centrado no aluno.

Quadro 55

Ênfase do ensino. Médias e Desvios Padrão para as subcategorias: ensino centrado no professor/conteúdos e ensino centrado no aluno

SUBCATEGORIAS	ITENS	SCORES	
		Média	DP
Ensino centrado no professor/conteúdos	2.1*, 2.3*, 2.5*, 2.6*, 2.13*, 2.14*, 2.19*, 2.20*, 2.23*, 2.24*, 2.29*, 2.30*	1,7 (3,3)	0,24 0,25
Ensino centrado no aluno	2.2*, 2.4, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11*, 2.12, 2.15, 2.16, 2.17*, 2.18, 2.21, 2.22, 2.25, 2.26, 2.27	3,0 (3,3)	0,19 0,25
Total		2,4	0,13

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos *scores*.

Pela leitura dos *scores* (sem inversão) verificamos que os professores valorizam tanto o ensino centrado no professor/conteúdos, como o ensino centrado no aluno. Verificando-se que ambas as subcategorias registaram a mesma média e igual desvio padrão ($M = 3,3$; $DP = 0,25$).

Os *scores* obtidos (com inversão) esclarecem-nos da concordância entre as atitudes manifestadas pelos professores e o nosso quadro teórico de referência. Em relação ao ensino centrado no professor e/ou conteúdos a média foi muito baixa ($M = 1,7$; $DP = 0,24$) evidenciando atitudes desfavoráveis em relação ao nosso quadro teórico. Já a posição dos professores em relação aos itens correspondentes a um ensino centrado no aluno é muito favorável, a média alcançada coincide com o mínimo exigido ($M = 3,0$; $DP = 0,19$).

Como o score médio atingido na variável *ênfase do ensino* é de 2,4 ($DP = 0,13$) confirma-se, mais uma vez, o distanciamento em relação à nossa posição teórica. Por um lado, os professores manifestam atitudes muito favoráveis a um ensino centrado no aluno, mas, por outro, também apresentam atitudes desfavoráveis que colocam ênfase no professor e nos conteúdos.

2.3 – Concepções sobre CTSA

Estas concepções foram avaliadas a partir das respostas dadas à questão 3 (*Avalie as concepções sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a seguir referidas*). Nesta questão, existem sete itens negativos (assinalados com um *), que traduzem concepções inadequadas à luz do actual paradigma do ensino das ciências, e por isso, incoerentes com o nosso quadro teórico; e sete itens positivos, que correspondem a concepções sobre CTSA consideradas adequadas e, por isso, coerentes com o nosso quadro teórico. Os itens foram distribuídos por três subcategorias, correspondentes a diferentes domínios da cultura CTSA (Quadro 56).

Quadro 56

Distribuição dos Itens da Questão 3 pelas Subcategorias: Tomada de Decisões, Relações CTSA e Natureza e Desenvolvimento do Conhecimento Científico

SUBCATEGORIAS	ITENS
Tomada de decisões	3.3*, 3.5, 3.6, 3.7*
Relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente	3.1, 3.4, 3.8*, 3.9, 3.10*
Natureza e desenvolvimento do conhecimento científico	3.2*, 3.11, 3.12*, 3.13, 3.14*

Os itens assinalados com * são negativos.

2.3.1. – Tomada de decisões

Uma das competências a desenvolver nos alunos é a tomada de decisões conscientes e fundamentadas, tanto a nível pessoal como social. Neste sentido, importa conhecer as concepções que os professores possuem relativamente a esta competência. Incluímos, nesta categoria quatro itens, dois positivos e dois negativos, que traduzem diferentes concepções sobre a responsabilidade da tomada de decisões, em questões sócias que envolvem a ciência, a tecnologia e o ambiente. Os resultados obtidos encontram-se registados no Quadro 57.

Quadro 57

Tomada de decisões. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES								Média	DP	Score médio
	DT		D		C		CT				
	N	%	N	%	N	%	N	%			
3.3 – Os desenvolvimentos científico e tecnológico devem ser controlados pelos políticos.*	22	41,5	27	50,9	4	7,5	0	0,0	3,3 (1,7)	0,62	3,0
3.5 – A sociedade deve participar nas tomadas de decisão sobre os desenvolvimento científico e tecnológico.	0	0,0	7	13,2	35	66,0	11	20,8	3,1	0,58	
3.6 – Os valores éticos devem condicionar os desenvolvimentos científico e tecnológico.	2	3,8	14	26,4	29	54,7	8	15,1	2,8	0,74	
3.7 – Só os especialistas devem tomar decisões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.*	7	13,2	31	58,5	13	24,5	2	3,8	2,8 (2,2)	0,71	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

O cálculo do score médio foi efectuado a partir dos scores invertidos.

Existe algum consenso entre os professores, no que diz respeito às tomadas de decisão, em questões relacionadas com a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. A maioria dos estagiários (87%) considera que a sociedade deve participar nas tomadas de decisão sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos ($M = 3,3$ e $DP = 0,58$) e 70% consideram que estas devem ser condicionadas por valores éticos. Apenas quatro estagiários (7,5%) opinam que devem de ser os políticos a decidir sobre os desenvolvimentos científico e tecnológico ($M = 3,3$; $DP = 0,62$) e, 28% pensam que essas decisões devem de ser tomadas por especialistas ($M = 2,8$; $DP = 0,71$).

Estes resultados apontam para uma opinião favorável ao controlo social da investigação científico-tecnológica, em detrimento do poder político e dos próprios profissionais. Este aspecto vem de encontro à necessidade dos cidadãos adquirirem uma sólida formação científico-tecnológica, para poderem compreender e tomar decisões.

2.3.2 – Relações CTSA

Os resultados relativos às concepções dos professores sobre as relações CTSA estão registados no Quadro 58. Nesta subcategoria foram considerados três itens positivos e dois itens negativos.

Quadro 58

Relações CTSA. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES								Média	DP	Score médio
	DT		D		C		CT				
	N	%	N	%	N	%	N	%			
3.1 – Os conhecimentos científicos e tecnológicos são necessários para resolver problemas do quotidiano.	0	0,0	3	5,7	33	62,3	17	32,1	3,3	0,56	3,0
3.4 – A ciência e a tecnologia contribuem para o bem-estar e para melhorar a qualidade de vida.	0	0,0	6	11,3	31	58,5	6	11,3	3,2	0,62	
3.8 – A ciência e a tecnologia têm desenvolvimentos independentes.*	22	41,5	28	52,8	3	5,7	0	0,0	3,4 (1,6)	0,59	
3.9 – Os progressos científico e tecnológico condicionam o desenvolvimento da sociedade.	0	0,0	10	18,9	24	45,3	19	35,8	3,2	0,73	
3.10 – Muitos problemas sociais e ambientais são uma consequência do progresso científico e tecnológico.*	1	1,9	6	11,3	33	62,3	13	24,5	1,9 (3,1)	0,66	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

O cálculo do score médio foi efectuado a partir dos scores invertidos.

Quanto ao modo como os estagiários entendem as relações CTSA, verifica-se que a maioria (94%) partilha a opinião de que a ciência e a tecnologia têm desenvolvimentos (inter) dependentes ($M = 3,4$; $DP = 0,59$) e 81% acreditam que “os progressos científico e tecnológico condicionam o desenvolvimento da sociedade” ($M = 3,2$; $DP = 0,73$). Quanto aos efeitos destes progressos, as opiniões divergem e são contraditórias: enquanto que 70% dos professores partilham a crença de que “a ciência e tecnologia contribuem para o bem-estar e para melhorar a qualidade de vida” ($M = 3,2$; $DP = 0,62$), 87% dos professores consideram que “muitos dos problemas sociais e ambientais são uma consequência do progresso científico e tecnológico” ($M = 3,1$; $DP = 0,66$). Porém, 94% dos estagiários

também pensam que “os conhecimentos científicos e tecnológicos são necessários para resolver problemas do quotidiano” ($M = 3,3$; $DP = 0,56$).

2.3.3 – Natureza e desenvolvimento do conhecimento científico

Nesta subcategoria, procurámos identificar as concepções dos professores em aspectos relacionados com a epistemologia da ciência. Foram incluídos cinco itens, em que três são negativos e dois positivos. No quadro seguinte, estão registados os resultados obtidos nestes cinco itens.

Quadro 59

Natureza e Desenvolvimento do Conhecimento Científico. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES								Média	DP	Score médio
	DT		D		C		CT				
	N	%	N	%	N	%	N	%			
3.2 – O conhecimento científico é uma forma de conhecimento objectiva e correcta.*	2	3,8	15	27,8	26	49,1	10	18,9	2,2 (2,9)	0,78	2,8
3.11 – Na produção do conhecimento científico, a criatividade e a intuição são tão importantes, como o rigor metodológico.	3	5,7	16	30,2	25	47,2	9	17,0	2,8	0,81	
3.12 – A actividade científica é realizada exclusivamente por cientistas.*	11	20,8	35	66,0	7	13,2	0	0,0	3,1 (1,9)	0,58	
3.13 – A ciência é um produto da actividade humana, do contexto e da cultura em que se desenvolve.	0	0,0	4	7,5	38	71,7	11	20,8	3,1	0,52	
3.14 – A ciência é o resultado do trabalho de cientistas que procuram satisfazer a sua curiosidade e/ou os seus interesses.*	7	13,2	26	49,1	19	35,8	1	1,9	2,7 (2,3)	0,71	

Os itens assinalados com * são negativos.

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

O cálculo do score médio foi efectuado a partir dos scores invertidos.

Os resultados mostram que alguns mitos foram ou estão a ser ultrapassados, mas que outros ainda persistem. Enquanto que apenas sete professores (13%) acreditam que “a actividade científica é realizada exclusivamente por cientistas”, manifestando uma posição bastante concordante em relação a esta preposição ($M = 3,1$; $DP = 0,58$); 38% pensam que “a ciência é o resultado do trabalho de cientistas que procuram satisfazer a sua curiosidade e/ou os seus interesses” ($M = 2,7$; $DP = 0,71$) e 68% mantêm a convicção positivista de que “o conhecimento científico é uma forma de conhecimento objectiva e correcta” ($M = 2,2$; $DP = 0,78$).

No entanto, estas concepções inadequadas coexistem com concepções epistemológicas actuais. Um número elevado de professores (93%) considera que “a ciência é um produto da actividade humana, do contexto e da cultura em que se desenvolve” ($M = 3,1$; $DP = 0,52$) e 64% admite que, “na produção do conhecimento científico, a criatividade e a intuição são tão importantes, como o rigor metodológico” $M = 2,8$; $DP = 0,81$).

Os resultados obtidos mostram certos estereótipos acerca da natureza e desenvolvimento do conhecimento científico. Contudo, existem muitas ideias coerentes com o que está aceite hoje em dia, ao nível da epistemologia e sociologia da ciência. Por um lado, a opinião dos professores tende a mostrar-se ligeiramente contra uma imagem da ciência como actividade neutral e independente de aspectos políticos, sociais, éticos, mas, por outro lado, a imagem romântica da objectividade e imparcialidade dos cientistas continua a ser bastante significativa entre os futuros professores de ciências.

No Quadro 60, apresentamos os *scores* médios alcançados nas três subcategorias consideradas para a categoria *Concepções de âmbito CTSA*.

Quadro 60

Concepções de âmbito CTSA. Médias e Desvios Padrão para as Subcategorias: Tomadas de Decisão, Relações CTSA e Natureza e Desenvolvimento do Conhecimento Científico

SUBCATEGORIAS	SCORES	
	<i>Média</i>	<i>DP</i>
Tomada de decisões	3,0	0,33
Relações CTSA	3,0	0,36
Natureza e desenvolvimento do conhecimento científico	2,8	0,27
Total	2,9	0,21

As concepções relacionadas com a tomada de decisões e as relações CTSA apresentam um *score* médio ($M = 3,0$) que coincide com o *score* mínimo exigido, revelando que os professores possuem concepções muito favoráveis, em relação a estes dois aspectos. Contudo, o *score* médio obtido, relativamente à natureza e desenvolvimento do conhecimento científico ($M = 2,8$), indica que as concepções dos professores são menos favoráveis.

Os resultados globais obtidos nesta categoria apontam para um quadro conceptual em que muitas das concepções dos professores se aproximam do nosso quadro teórico ($M = 2,9$), mas não foi alcançado o *score* mínimo de exigência (3).

No Quadro 61, estão registados os resultados obtidos para as *Concepções de âmbito CTSA* em função das variáveis independentes.

Quadro 61

Concepções de âmbito CTSA, função das Variáveis Independentes

VARIÁVEIS INDEPENDENTES		<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>t-student</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Género	Masculino	14	2,9	0,26	0,517	-	,608
	Feminino	39	2,9	0,18			
Idade	[22; 24]	35	2,9	0,18	-	,16	,912
	[25; 27]	11	2,9	0,28			
	[28; 30]	3	3,0	0,29			
	[31; 33]	2	3,0	0,15			
	[34; 36]	2	2,8	0,10			
Curso	Biologia e Geologia	24	3,0	0,21	2,458	-	,017*
	Física e Química	29	2,9	0,18			

* $p < ,05$ – Significativo

Relativamente à categoria *Concepções de âmbito CTSA*, apenas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos da variável curso, sendo a média do curso de Biologia e Geologia estatisticamente superior à média do curso de Física e Química [$t(52) = 2,458$; $p = ,017$]. Para a variável género não existem diferenças significativas [$t(52)$]

= 0,517; $p = ,608$] e a variável idade também não apresentou correlação significativa com esta categoria [$r = -,16$; $p = ,912$].

2.4 – Conhecimento de Temas Contemporâneos de Âmbito CTSA

A categoria *temas de ciência-tecnologia-sociedade-ambiente* foi analisada a partir das respostas dadas à Questão n.º 4 (*Indique o nível de conhecimentos que julga possuir em relação a diferentes temas actuais que possam constituir temáticas de ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, passíveis de ser abordados na sala de aula*).

Nesta questão, existem trinta itens que correspondem a diferentes temas que envolvem a aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos. Foram constituídas duas categorias (sociedade e ambiente) que correspondem a domínios de aplicação desses conhecimentos, cada uma com quinze itens. Nos quadros seguintes, estão registados os resultados obtidos nessas duas categorias.

Quadro 62

Temas de âmbito CTSA - Sociedade. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES										Média	DP	Score médio
	NC		CP		CS		CB		CMB				
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
4.1 – SIDA (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida)	1	1,9	3	5,7	25	47,2	17	32,1	7	13,2	3,5	0,87	3,0
4.2 – Diabetes	2	3,8	14	26,4	19	35,8	12	22,6	6	11,3	3,1	1,05	
4.3 – Radiação dos telemóveis	5	9,4	23	43,4	15	28,3	7	13,2	3	5,7	2,6	1,02	
4.4 – Antrax	12	22,6	22	41,5	17	32,1	2	3,8	0	0,0	2,2	0,83	
4.5 – Nitrofurano	7	13,2	25	47,2	14	26,4	7	13,2	0	0,0	2,4	0,88	
4.6 – Radioactividade	1	1,9	9	17,0	18	34,0	18	34,0	7	13,2	3,4	0,99	
4.7 – Raios ultravioletas	1	1,9	5	9,4	17	32,1	25	47,2	5	9,4	3,5	0,87	
4.8 – Raios infravermelhos	1	1,9	8	15,1	19	35,8	20	37,7	5	9,4	3,4	0,93	
4.9 – Conservantes alimentares	4	7,5	16	30,2	22	41,5	8	15,1	3	5,7	2,8	0,98	
4.10 – Aditivos alimentares	7	13,2	20	37,7	19	35,8	4	7,5	3	5,7	2,6	1,01	
4.11 – Colesterol	1	1,9	11	20,8	21	39,6	16	30,2	4	7,5	3,2	0,93	

Quadro 62
(continuação)

ITENS	SCORES										Média	DP	Score médio
	NC		CP		CS		CB		CMB				
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
4.12 – Alimentos transgênicos	7	13,2	14	26,4	18	34,0	14	26,4	0	0,0	2,7	1,00	
4.24 – Clonagem	3	5,7	9	17,0	19	35,8	15	28,3	7	13,2	3,3	1,08	
4.25 – Fecundação “in vitro”	5	9,4	6	11,3	26	49,1	12	22,6	4	7,5	3,1	1,02	
4.26 – Inseminação artificial	2	3,8	9	17,0	27	50,9	12	22,6	3	5,7	3,1	0,88	

Relativamente aos temas que têm a ver com saúde e bem-estar do indivíduo, poucos professores consideram possuir níveis de conhecimento muito bons. Apenas sete professores (13%) afirmam ter conhecimentos muito bons sobre “sida”, “radioactividade” e “clonagem” e seis professores afirmam conhecer muito bem o tema “diabetes”. Nos restantes temas, o número de ocorrências, neste ponto da escala, foi menor e nalguns temas não se registou qualquer ocorrência. O tema “antrax” registou a média mais baixa ($M = 2,2$), sendo desconhecido para 23% dos professores.

Os quatro temas com as médias mais elevadas foram, por ordem decrescente, os “raios ultravioletas” e a “sida”, ambos com a mesma média e desvios padrão ($M = 3,5$; $DP = 0,87$), logo seguidos pela “radioactividade” e “raios infravermelhos”, também com a mesma média ($M = 3,4$) e desvio padrão de 0,99 e 0,93, respectivamente. Destes quatro temas, três registaram as maiores frequências no nível “conheço bem”.

Em relação aos restantes temas, o nível de conhecimentos dos estagiários mantém-se entre o “conheço pouco” e o “conheço o suficiente”. Com excepção do tema “raios ultravioletas”, todos os outros apresentam frequências superiores a 50%, nos dois níveis mais baixos de conhecimento. Pela análise do quadro, constata-se que a dispersão das respostas é elevada, oscilando entre 0,83 e 1,08.

Quadro 63

Temas de âmbito CTS - Ambiente. Distribuição das Frequências Absolutas (N), Frequências Relativas (%), Médias e Desvios Padrão

ITENS	SCORES										Média	DP	Score médio
	NC		CP		CS		CB		CMB				
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
4.13 – Incineração	4	7,5	13	24,5	20	37,7	13	24,5	3	5,7	3,0	1,02	3,0
4.14 – Chuvas ácidas	0	0,0	3	5,7	17	32,1	22	41,5	11	20,8	3,8	0,85	
4.15 – Efeito de estufa	0	0,0	3	5,7	12	22,6	21	39,6	17	32,1	4,0	0,89	
4.16 – Fosfatos	5	9,4	15	28,3	21	39,6	9	17,0	3	5,7	2,8	1,02	
4.17 – CFCs (clorofluorcarbonetos)	4	7,5	10	18,9	21	39,6	12	22,6	6	11,3	3,1	1,09	
4.18 – Buraco de ozono	0	0,0	1	1,9	16	30,2	18	34,0	18	34,0	4,0	0,86	
4.19 – Aterro sanitário	2	3,8	6	11,3	18	34,0	22	40,7	5	9,4	3,4	0,95	
4.20 – ETAR (estação de tratamento de águas residuais)	1	1,9	5	9,4	24	45,3	17	32,1	6	11,3	3,4	0,89	
4.21 – Aerossóis	8	15,1	13	24,5	18	34,0	12	22,6	2	3,8	2,8	1,09	
4.22 – Compostagem	24	45,3	15	28,3	9	17,0	2	3,8	3	5,7	2,0	1,14	
4.23 – Desenvolvimento sustentável	11	20,8	10	18,9	18	34,0	12	22,6	2	3,8	2,7	1,15	
4.27 – Energia atômica	6	11,3	14	26,4	15	28,3	13	24,5	5	9,3	2,9	1,17	
4.28 – Energias alternativas	0	0,0	8	15,1	16	30,2	18	34,0	11	20,8	3,6	0,99	
4.29 – Gás natural	1	1,9	12	22,6	17	32,1	13	24,5	10	18,9	3,4	1,09	
4.30 – Energia nuclear	4	7,5	11	20,8	22	41,5	10	18,9	6	11,3	3,1	1,08	

Dos quinze temas incluídos nesta categoria, dez registaram uma média superior a 3. O tema “compostagem” foi o que registou a média mais baixa ($M = 2,0$), verificando-se que 45% dos professores não conhecem este tema. O “efeito de estufa” e o “buraco de ozono” foram os dois temas com médias mais elevadas ($M = 4$); depois vêm as “chuvas ácidas” ($M = 3,8$); e, a seguir, “as energias alternativas” ($M = 3,6$).

Tal como na categoria anterior, o consenso é baixo, verificando-se uma grande dispersão das respostas com variação entre 0,85 e 1,17.

No Quadro 64, apresentamos os resultados que revelam o nível geral de conhecimentos que os professores possuem nas duas categorias (ambiente e sociedade).

Quadro 64

Temas de CTSA. Médias e Desvios Padrão nas Categorias Sociedade e Ambiente

CATEGORIAS	SCORES	
	<i>Média</i>	<i>DP</i>
Sociedade	3,0	0,63
Ambiente	3,2	0,60
Total	3,1	0,58

As respostas nestas duas variáveis foram pouco consensuais e as médias situaram-se no ponto médio da escala, verificando-se que o *score* médio obtido na categoria Ambiente ($M = 3,2$) foi ligeiramente superior ao da categoria Sociedade ($M = 3,0$). Apesar destes resultados traduzirem um nível médio de conhecimentos, não podem ser considerados satisfatórios, pois ficaram aquém do *score* mínimo exigido pelo nosso quadro teórico.

Em termos gerais, podemos concluir que os professores apresentam um défice de conhecimentos em temas comuns de CTSA (quer no domínio social, quer no domínio ambiental), embora se encontrem diferenças em relação a alguns temas. Alguns temas teriam sido abordados em disciplinas científicas e, por isso, os professores revelaram melhores conhecimentos; outros temas não foram objecto de estudo e provavelmente tiveram menor impacto na comunicação social, daí serem pouco conhecidos dos professores. Este défice de conhecimentos constitui uma preocupação, na medida em que a maioria dos temas seleccionados foram amplamente divulgados nos *media* e fazem parte dos currículos de Ciências Naturais do 8.º ano.

No Quadro 65, estão registados os resultados obtidos nos temas de CTSA em função das variáveis independentes.

Quadro 65

Temas de CTSA, Função das Variáveis Independentes

VARIÁVEIS INDEPENDENTES		<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>t-student</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Género	Masculino	14	3,2	0,49	1,279	-	,207
	Feminino	39	3,0	0,60			
Idade	[22; 24]	35	3,1	0,54	-	-,053	,705
	[25; 27]	11	3,2	0,69			
	[28; 30]	3	3,4	0,43			
	[31; 33]	2	3,0	0,47			
	[34; 36]	2	2,6	0,91			
Curso	Biologia e Geologia	24	3,1	0,55	0,122	-	,904
	Física e Química	29	3,0	0,60			

Para a categoria “Temas de CTSA” não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o género masculino e feminino [$t(52) = 1,279$; $p = ,207$]. A idade dos sujeitos não apresentou correlação significativa com esta categoria, [$r = -,053$; $p = ,705$]. Para a variável curso, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas [$t(52) = 0,122$; $p = ,904$].

2.5 – Fontes de Informação de Temas de CTSA

A questão 5 permite-nos conhecer quais as principais fontes de informação utilizadas pelos estagiários, na aquisição dos conhecimentos que possuem sobre diferentes temas de CTSA. Uma vez que o currículo de Ciências Físicas e Naturais do ensino básico salienta a importância de explorar os quatro temas gerais (Terra no espaço, Terra em transformação, Sustentabilidade na Terra e Viver melhor na Terra) numa perspectiva interdisciplinar, em que a interacção ciência-tecnologia-sociedade-ambiente deverá constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e integração dos saberes científicos, partimos do pressuposto de que as opções dos professores traduzem as fontes de informação que utilizam na preparação das suas actividades lectivas.

A questão 5 é de escolha múltipla, com treze opções que podem ser cumulativas, ou seja, cada professor pode escolher várias opções em simultâneo, pelo que o número de casos

corresponde ao número total de opções que foram escolhidas (n=232). Os resultados obtidos nesta questão encontram-se registados no Quadro 66.

Quadro 66

Principais Fontes de Informação de CTSA. Frequências Absolutas (N) e Frequências Relativas (%)

OPÇÕES	N	%
5.1 Manuais escolares	39	73,6
5.2 Livros científicos	46	86,8
5.3 Revistas de divulgação científica/tecnológica	40	75,5
5.4 Enciclopédias	15	28,3
5.5 Internet	35	66,0
5.6 Artigos/suplementos de imprensa	29	54,7
5.7 Visitas a museus ou exposições temáticas	4	7,5
5.8 Televisão	49	92,5
5.9 Congressos/seminários	9	17,0
5.10 Cursos de especialização	2	3,8
5.11 Disciplinas científicas	43	81,1
5.12 Disciplinas pedagógicas	12	22,6
5.13 Outras	0	0,0

Em três das opções registaram-se frequências muito elevadas, superiores a 80%: a televisão foi a opção mais escolhida (92%); logo a seguir vêm os livros científicos (86,8%); e depois, as disciplinas científicas do curso (81,1%). Os manuais escolares (73,6%) e as revistas de divulgação científica/tecnológica (75,5%) também são fonte de informação importantes. A internet foi o recurso escolhido por 66% dos professores e os artigos/suplementos de imprensa por 54,7%.

As opções menos escolhidas (com percentagens inferiores a 30%) foram, por ordem crescente, os cursos de especialização (3,8%), as visitas a museus ou exposições temáticas (7,5%), a participação em congressos e seminários (17,0%), as disciplinas pedagógicas do curso (22,6%) e as enciclopédias (28,3%).

Não podemos deixar de salientar o enorme consenso gerado em torno da televisão, evidenciando que esta continua a ser um poderoso meio de divulgação da cultura científica, o que se deve, em parte, à sua acessibilidade. Nas sociedades contemporâneas, face ao acervo de informação, a televisão é efectivamente o meio que permite, de uma forma mais rápida, o acesso ao que se passa no mundo, sejam problemas sociais, ambientais ou políticos,

sejam descobertas científicas ou desenvolvimentos tecnológicos. Por conseguinte, não constitui surpresa que os professores utilizem a televisão, como principal meio para acompanharem e se informarem sobre os temas da actualidade.

Contudo, para além das vantagens deste importante meio de comunicação também existem alguns riscos, que têm a ver com a falta de rigor da informação, a manipulação a que está sujeita ou a interpretação que é feita pelos sujeitos que transmitem a informação. Por outro lado, não podemos esquecer que, sendo a televisão um contexto de aprendizagem não formal da ciência, também pode contribuir para a construção e/ou reforço de imagens deformadas da ciência e da tecnologia.

Enquanto que as disciplinas científicas do curso constituem uma importante fonte de conhecimentos sobre CTSA, as disciplinas pedagógicas registaram uma frequência muito baixa. Do nosso ponto de vista, no currículo de formação de professores, faltam disciplinas de espectro largo que permitam a abordagem de questões com relevância social e ambiental, através da mobilização de diferentes saberes. Esta falta poderá explicar, de certo modo, o défice de conhecimentos de CTSA revelado pelos professores estagiários, na questão anterior.

Na Figura 13, apresentamos um gráfico com as frequências (em percentagem) de cada opção para os cursos de Biologia e Geologia e de Física e Química.

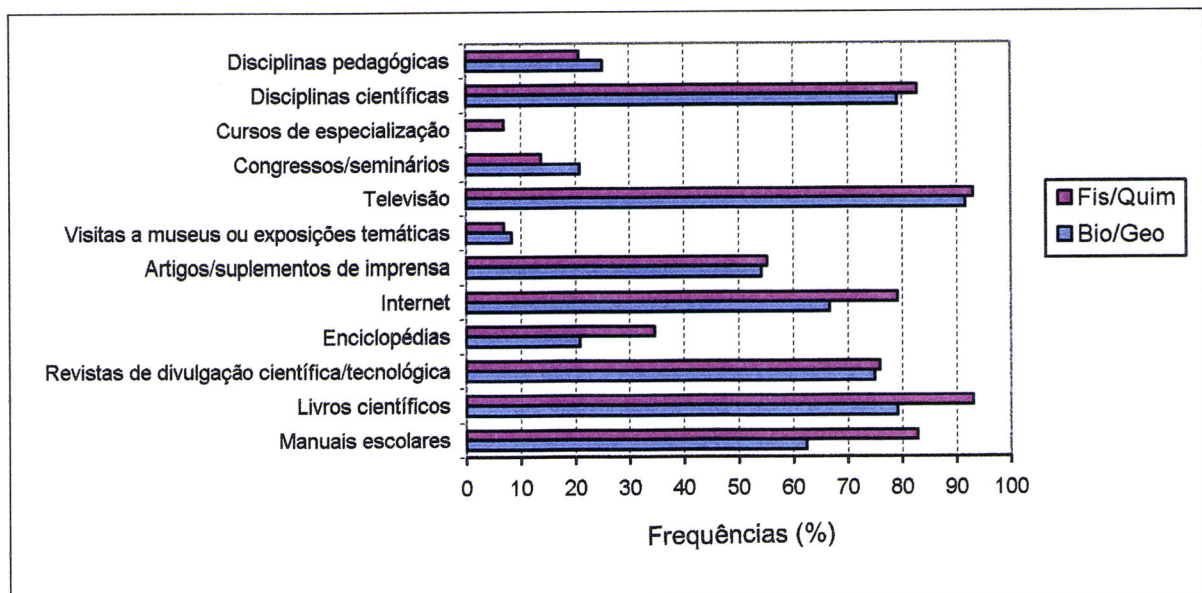


Figura 13. Frequências (em percentagem) das principais fontes de conhecimentos de CTSA, por curso.

Como se pode observar pela leitura do gráfico, as maiores diferenças entre os dois cursos encontram-se nos manuais escolares, nos livros científicos, nas enciclopédias, nos cursos de especialização e na internet, constatando-se que em qualquer uma destas opções, as frequências mais elevadas são do curso de Física e Química.

O curso de Biologia e Geologia registou uma frequência visivelmente superior ao curso de Física e Química, nas disciplinas pedagógicas do curso e na participação em congressos/seminários. Nas restantes opções (disciplinas científicas do curso; televisão; artigos/suplementos de imprensa; revistas de divulgação científica/tecnológica; visitas a museus, exposições temáticas) as diferenças entre os dois cursos são pouco significativas.

Estes resultados contrariam alguns estudos, em que se conclui que o ensino das ciências faz uso reduzido de outras fontes de informação, para além dos manuais escolares (Fonseca, 1996; Martins, 1996; Morgado, 2000).

3 – TENDÊNCIA GERAL DAS CONCEPÇÕES E ATITUDES DOS PROFESSORES

O nosso quadro teórico assenta no pressuposto de que as concepções e atitudes dos professores devem fundamentar-se nas correntes actuais da psicologia da aprendizagem e da epistemologia da ciência, revelando uma tendência construtivista, tanto ao nível dos objectivos da educação em ciência, como da prática pedagógica e da cultura em CTSA.

No sentido de fazer a caracterização da performance (perfil pedagógico) dos professores da amostra, procedemos à identificação da tendência geral manifestada nas suas concepções e atitudes. Assim, começamos por apresentar uma tabela (Quadro 67) construída a partir dos *scores* médios alcançados em cada um dos itens das questões 1, 2 e 3 do questionário, que nos dá indicação da posição das concepções/atitudes dos professores, em relação ao nosso quadro teórico.

Dado que existem itens positivos e itens negativos (assinalados com *) que apresentam a escala invertida, importa salientar que nos itens positivos, aos *scores* médios

elevados (superiores a 3) corresponde uma posição muito favorável e uma elevada percentagem de concordância com o item. Nos itens negativos, uma percentagem elevada de concordância com o item traduz-se num score médio baixo, indicando uma posição desfavorável em relação ao quadro teórico de referência.

Os valores indicados entre parênteses correspondem à percentagem de professores que atribuiu importância ou que concordou com o item.

Quadro 67

Posição das Concepções e Atitudes dos Professores em Relação ao Quadro Teórico de Referência

CONCEPÇÕES E ATITUDES		DESFAVORÁVEL	FAVORÁVEL	MUITO FAVORÁVEL
OBJECTIVOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	1.1 Promover a compreensão dos principais conceitos, leis e teorias da ciência.*	1,3 (100%)		
	1.2 Desenvolver a capacidade de resolução de problemas.			3,8 (100%)
	1.3 Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciência.			3,3 (96%)
	1.4 Proporcionar a aquisição de conhecimentos científico-tecnológicos, necessários ao prosseguimento dos estudos.*	1,5 (100%)		
	1.5 Promover a compreensão da construção e do desenvolvimento do conhecimento científico.			3,6 (100%)
	1.6 Desenvolver a capacidade de tomar decisões fundamentadas, perante o desenvolvimento científico e tecnológico.			3,4 (98%)
	1.7 Fomentar o respeito pela ciência como conhecimento universalmente verdadeiro.*		2,0 (79%)	
	1.8 Desenvolver a compreensão das potencialidades e limites da ciência e tecnologia.			3,3 (91%)
	1.9 Desenvolver a capacidade de utilizar o método científico.*	1,9 (89%)		
	1.10 Promover o conhecimento de aplicações da ciência e tecnologia no dia-a-dia.*	1,3 (100%)		
	1.11 Promover a compreensão das etapas do método científico.*		2,1 (76%)	
	1.12 Promover a compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos genéricos, relacionados com o quotidiano dos alunos.			3,6 (98%)
	1.13 Desenvolver a capacidade de utilizar procedimentos instrumentais (manuseio de instrumentos de medida, montagem de dispositivos ...).*	1,8 (87%)		
	1.14 Desenvolver a capacidade de realizar investigação científica.			3,2 (87%)

Quadro 67
(continuação)

ATTITUDES EM RELAÇÃO À PRÁTICA PEDAGÓGICA	2.1	Dar exemplos de como ideias importantes se divulgaram, foram aceites e desenvolvidas ou rejeitadas e substituídas, para que os alunos compreendam a história da ciência. *	1,6 (94%)		
	2.2	Promover a resolução de exercícios do manual escolar, para facilitar a consolidação de conhecimentos.	1,7 (100%)		
	2.3	Corrigir, sempre que possível, as ideias erradas dos alunos. *	1,1 (98%)		
	2.4	Colocar maior ênfase nos procedimentos do que nos resultados das actividades experimentais.		2,6 (51%)	
	2.5	Fornecer o protocolo das actividades experimentais, para que os alunos cheguem mais rapidamente aos resultados esperados. *		2,1 (72%)	
	2.6	Apresentar os conteúdos sob a forma de mapas de conceitos, para facilitar a compreensão e aprendizagem dos mesmos. *	1,6 (98%)		
	2.7	Levar os alunos a explorar situações do dia-a-dia que permitam avaliar as potencialidades e limitações da ciência e da tecnologia.			3,6 (100%)
	2.8	Levar os alunos a usar as novas tecnologias de informação e comunicação, na pesquisa e recolha de informação.			3,7 (100%)
	2.9	Estimular a aplicação de conhecimentos e processos científicos, na interpretação de fenómenos do quotidiano e/ou de novos fenómenos.			3,7 (100%)
	2.10	Estimular o uso de questões do tipo: “como?”, “quando?”, “porquê?”, “onde?”, “o quê?”.			3,5 (96%)
	2.11	Promover a realização de experiências, para que os alunos compreendam como se constrói o conhecimento científico. *	1,5 (98%)		
	2.12	Levar os alunos a reflectir sobre as suas ideias e a tomá-las como ponto de partida no ensino-aprendizagem de novos conceitos.			3,6 (100%)
	2.13	Organizar os conteúdos curriculares de forma sistematizada, sequencial e linear. *	1,8 (87%)		
	2.14	Relatar aspectos da história da ciência, que evidenciem relações entre ciência, tecnologia e sociedade. *	1,6 (96%)		
	2.15	Promover actividades em que os alunos analisem informação sobre o contexto em que surgiram os conceitos e como evoluíram.			3,2 (96%)
	2.16	Promover investigações em que os alunos têm de planear e executar actividades experimentais.			3,4 (94%)
	2.17	Privilegiar a dimensão científica, no debate de temas polémicos (sexualidade, toxicod dependência, tabagismo, alcoolismo, ...). *	1,8 (83%)		
	2.18	Organizar o ensino-aprendizagem, de acordo com as características psicológicas e sociais, médias da turma.			3,4 (91%)
	2.19	Apresentar situações problemáticas e orientar os alunos, para que cheguem à solução mais correcta ou aos conceitos pretendidos. *	1,4 (98%)		
	2.20	Fornecer “apontamentos” sobre os principais conceitos, para os alunos registarem no caderno. *	1,8 (85%)		

Quadro 67
(continuação)

ATITUDES EM RELAÇÃO À PRÁTICA PEDAGÓGICA	2.21	Promover o debate de questões sobre a natureza da ciência (papéis da teoria e da hipótese, metodologia científica, a ciência como actividade humana e social...).			3,1 (93%)
	2.22	Implementar actividades que exijam a mobilização e articulação de saberes de diferentes áreas científicas.			3,5 (100%)
	2.23	Realizar actividades experimentais, para demonstrar conceitos e/ou teorias.*	1,7 (89%)		
	2.24	Utilizar o manual escolar, como principal recurso na preparação das actividades de ensino-aprendizagem.*		2,8 (36%)	
	2.25	Promover actividades em que os alunos avaliem as implicações sociais e/ou ambientais da ciência e tecnologia.			3,4 (100%)
	2.26	Organizar os conteúdos curriculares, em função das necessidades e dos interesses dos alunos.			3,1 (81%)
	2.27	Criar situações problemáticas sobre diversos temas, para que os alunos utilizem metodologia científica.			3,2 (92%)
	2.28	Recorrer a diferentes fontes de informação (artigos/suplementos da imprensa diária e semanal, programas televisivos, Internet, conhecimentos do senso comum), para preparar actividades de ensino-aprendizagem.			3,7 (98%)
	2.29	Utilizar diferentes recursos audiovisuais, de modo a aumentar a motivação dos alunos, facilitando a aprendizagem dos conteúdos.*	1,3 (98%)		
	2.30	Definir previamente os conteúdos, depois os objectivos e, por fim, seleccionar as estratégias mais adequadas.*	1,7 (91%)		
CONCEPÇÕES DE ÂMBITO CTSA	3.1	Os conhecimentos científicos e tecnológicos são necessários para resolver problemas do quotidiano.			3,3 (94%)
	3.2	O conhecimento científico é uma forma de conhecimento objectiva e correcta.*		2,2 (68%)	
	3.3	Os desenvolvimentos científico e tecnológico devem ser controlados pelos políticos.*			3,3 (8%)
	3.4	A ciência e a tecnologia contribuem para o bem-estar e para melhorar a qualidade de vida.			3,2 (70%)
	3.5	A sociedade deve participar nas tomadas de decisão sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.			3,1 (87%)
	3.6	Os valores éticos devem condicionar os desenvolvimentos científico e tecnológico.		2,8 (70%)	
	3.7	Só os especialistas devem tomar decisões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.*		2,8 (28%)	
	3.8	A ciência e a tecnologia têm desenvolvimentos independentes.*			3,4 (6%)
	3.9	Os progressos científico e tecnológico condicionam o desenvolvimento da sociedade.			3,2 (81%)
	3.10	Muitos problemas sociais e ambientais são uma consequência do progresso científico e tecnológico.*	1,9 (87%)		
	3.11	Na produção do conhecimento científico, a criatividade e a intuição são tão importantes, como o rigor metodológico.		2,8 (64%)	

Quadro 67
(continuação)

3.12	A actividade científica é realizada exclusivamente por cientistas.*			3,1 (13%)
3.13	A ciência é um produto da actividade humana, do contexto e da cultura em que se desenvolve.			3,1 (93%)
3.14	A ciência é o resultado do trabalho de cientistas que procuram satisfazer a sua curiosidade e/ou os seus interesses.*		2,7 (38%)	

Relativamente aos catorze objectivos da educação em ciência, verifica-se que 50% das concepções dos professores são “muito favoráveis”, cerca de 36% “desfavoráveis” e 14% “favoráveis”. Assim, parece claro que os professores reconheceram a importância dos novos objectivos da educação em ciência. Contudo, também consideraram importantes outros objectivos que se opõem à perspectiva actual do ensino das ciências.

A análise da tabela revela que a maioria dos professores considerou importantes os itens negativos, revelando a existência de concepções curriculares tradicionais, fundamentadas em pressupostos academicistas: “promover a compreensão dos principais conceitos, leis e teorias da ciência” (100%); “proporcionar a aquisição de conhecimentos científico-tecnológicos, necessários ao prosseguimento dos estudos” (100%); “promover o conhecimento das aplicações da ciência e tecnologia no dia-a-dia” (100%); “desenvolver a capacidade de utilizar procedimentos instrumentais” (87%); “fomentar o respeito pela ciência como conhecimento universalmente verdadeiro” (79%); “promover a compreensão das etapas do método científico” (76%); “desenvolver a capacidade de utilizar o método científico” (89%). Estes resultados corroboram outros estudos que evidenciam que as concepções empiristas/indutivistas, nomeadamente o mito do “método científico” continuam muito presentes nos professores.

Mas, se por um lado, os professores privilegiaram objectivos academicistas que colocam a ênfase na aquisição de conhecimento substantivo e processual, por outro, também são muitos os que atribuíram grande importância a objectivos que põem a tónica no desenvolvimento de competências em literacia científica: “desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciências” (96%); “desenvolver a capacidade de realizar investigação científica” (87%); “promover a compreensão da construção e do desenvolvimento do conhecimento científico” (100%); “desenvolver a compreensão das potencialidades e limites da ciência e tecnologia” (91%); “desenvolver a capacidade de tomar decisões fundamentadas, perante o desenvolvimento científico e tecnológico” (98%); “promover a compreensão de

conhecimentos científicos e tecnológicos genéricos, relacionados com o quotidiano dos alunos” (98%); “desenvolver a capacidade de resolução de problemas” (100%). É de salientar que este item foi o que registou a média mais elevada ($M = 3,8$), no conjunto dos 58 itens analisados. Contudo, sabemos que a expressão “resolução de problemas” pode ter diferentes interpretações, pois para alguns professores pode ter o significado de “exercícios de aplicação” e, neste sentido, estamos perante concepções divergentes da perspectiva construtivista.

Nas atitudes em relação à prática pedagógica, verifica-se um número aproximado de posições “muito favoráveis” e “desfavoráveis”, 46,6% e 43,3%, respectivamente, enquanto as atitudes “favoráveis” representam apenas 10%. Dos quinze itens conotados negativamente, treze correspondem a atitudes “desfavoráveis”, o que significa que a percentagem de concordância foi elevada. Todos os itens em que os professores manifestaram atitudes muito favoráveis são positivos.

Relativamente às concepções alternativas dos alunos (itens 2.3 e 2.12), os professores revelaram atitudes contraditórias. Por um lado sustêm que se deve corrigir, sempre que possível, as ideias erradas dos alunos (98%); devendo salientar-se que a média obtida neste item foi a mais baixa de todas ($M = 1,1$). Por outro lado, todos os professores consideraram que se deve levar os alunos a reflectir sobre as suas ideias e a tomá-las como ponto de partida no ensino-aprendizagem de novos conceitos (100%).

No que diz respeito à planificação (itens 2.13, 2.18, 2.24, 2.26, 2.28 e 2.30), constatamos que, quando planificam a prática pedagógica, os professores começam por organizar os conteúdos, de forma sistematizada, sequencial e linear (87%); depois definem os objectivos e, por fim, seleccionam as estratégias (91%); organizam o ensino-aprendizagem, de acordo com as necessidades e interesses dos alunos (81%), atendendo às características psicológicas e sociais, médias da turma (91%); e recorrem a diferentes fontes de informação (98%). No entanto, alguns professores (36%) admitiram utilizar o manual escolar, como principal recurso na preparação das actividades de ensino-aprendizagem.

A exposição foi uma das experiências educativas mais valorizada, como todos os itens incluídos nesta categoria (2.1, 2.2, 2.6, 2.14, 2.20 e 2.29) são negativos, traduzem posições “desfavoráveis”, em relação ao nosso quadro teórico. A exposição é utilizada para abordar conteúdos de diferente natureza: “relatar aspectos da história da ciência que

evidenciem relações entre ciência, tecnologia e sociedade (96%); “dar exemplos de como ideias importantes foram aceites e desenvolvidas ou rejeitadas e substituídas” (94%). A preocupação com a aprendizagem revela-se pela concordância que um número elevado de professores manifestou em relação à utilização de recursos e estratégias diversificadas que facilitem a consolidação das aprendizagens: “realização de exercícios do manual escolar” (100%); “apresentação dos conteúdos sob a forma de mapas de conceitos” (98%); “fornecer apontamentos para os alunos registarem no caderno” (85%); “utilizar diferentes recursos visuais, de modo a aumentar a motivação dos alunos” (98%).

Em relação às actividades de pesquisa (itens 2.7, 2.8, 2.10, 2.15, 2.22 e 2.25), as atitudes foram “muito favoráveis”. Quase todos professores valorizaram: o “uso das novas tecnologias de informação e comunicação, na pesquisa e recolha de informação” (100%); “o uso de questões do tipo: “como?”, “quando?”, “porquê?”, “onde”, “o quê?”” (96%); as “actividades que exigem a mobilização e articulação de saberes de diferentes áreas científicas” (100%); a “exploração de situações do dia-a-dia que permitam avaliar as potencialidades e limites da ciência e da tecnologia” (100%); as “actividades em que os alunos analisem informação sobre o contexto em que surgiram os conceitos e como evoluíram” (96%); e as “actividades em que os alunos avaliem as implicações sociais e/ou ambientais da ciência e tecnologia” (100%).

Na resolução de problemas (itens 2.9, 2.17, 2.19 e 2.27), encontram-se posições “favoráveis” em relação aos dois itens positivos e posições “desfavoráveis” em relação aos itens negativos. Muitos professores concordaram com a necessidade de “aplicar conhecimentos e processos científicos, na interpretação de fenómenos do quotidiano e/ou novos fenómenos” (100%) e com a necessidade de “criar situações problemáticas sobre diversos temas, para que os alunos utilizem metodologia científica” (92%). Por outro lado, também consideraram necessário “apresentar situações problemáticas e orientar os alunos, para que cheguem à solução mais correcta ou aos conceitos pretendidos” (98%) e “privilegiar a dimensão científica no debate de temas polémicos” (83%). Estas duas posições desfavoráveis são reveladoras de que, para estes professores, o *saber* é prioritário em relação ao *saber-fazer* e ao *saber-ser*.

Relativamente às actividades experimentais (itens 2.4, 2.5, 2.11, 2.16, 2.21 e 2.23), algumas atitudes foram “desfavoráveis”, outras “favoráveis” e outras, ainda, “muito favoráveis”. Os dados revelam que as concepções empiristas e positivistas estão bem

presentes em muitos professores. Cerca de 72% concordaram em “fornecer o protocolo das actividades experimentais, para que os alunos cheguem mais rapidamente aos resultados esperados” e um número elevado de professores considerou necessário a “realização de experiências para mostrar aos alunos como se constrói o conhecimento científico” (98%) e “para demonstrar conceitos e/ou teorias” (89%).

Para além destas funções que colocam ênfase nos produtos da ciência, os professores também evidenciaram atitudes construtivistas e preocupações com a dimensão epistemológica da ciência. Cerca de 51% concordaram em “colocar maior ênfase nos procedimentos, do que nos resultados das actividades experimentais”; 98% consideraram importante “promover investigações, em que os alunos têm de planear e executar actividades experimentais” e 93% foram muito favoráveis ao “debate de questões sobre a natureza da ciência”.

Das três categorias analisadas, objectivos da educação em ciência, atitudes em relação à prática pedagógica e concepções sobre CTSA, a última foi a que revelou uma maior aproximação ao nosso quadro teórico. Muitos professores manifestaram um desacordo alto em relação a alguns itens negativos que se traduziram em concepções “favoráveis”, ou “muito favoráveis”. Com efeito, mais de metade (57%) das concepções dos professores sobre CTSA foram “muito favoráveis”, cerca de 36% foram “favoráveis” e apenas uma das concepções foi “desfavorável”; 87% dos professores admitiram que “muitos problemas sociais e ambientais são uma consequência do progresso científico e tecnológico”.

Com base nas concepções “muito favoráveis”, podemos afirmar que prevalece entre os professores a ideia de que os conhecimentos científicos e tecnológicos são necessários para resolver problemas do quotidiano (94%), contribuindo para o bem-estar e para melhorar a qualidade de vida (70%); que a ciência e a tecnologia têm desenvolvimentos interdependentes (94%), que o controlo não deve ser feito por políticos (92%) e que a sociedade deve participar nas tomadas de decisão (87%); e que a actividade científica não é exclusiva dos cientistas (87%), mas antes um produto da actividade humana, do contexto e da cultura em que se desenvolve (93%).

Com uma concordância menor, mas ainda numa posição “favorável” em relação ao quadro teórico do nosso estudo, encontram-se outras ideias igualmente importantes: “os valores éticos devem condicionar os desenvolvimentos científico e tecnológico” (70%) e “a

criatividade e a intuição são tão importantes na produção científica, como o rigor metodológico” (64%). No entanto, a par destas concepções adequadas sobre CTSA, alguns professores manifestaram concepções incorrectas e até contraditórias, acreditando que “a ciência é uma forma de conhecimento objectiva e correcta” (68%), que “procura satisfazer a curiosidade e os interesses dos cientistas” (38%) e que “só os especialistas devem tomar decisões sobre o desenvolvimento da ciência e tecnologia” (28%).

No sentido de estabelecer a performance dos professores estagiários, procedemos à distribuição dos itens das questões 1, 2 e 3, por duas classes (itens negativos e itens positivos) que correspondem a duas tendências: uma, marcada por concepções tradicionais de natureza positivista/empirista, que inclui os itens negativos; e, outra, que designámos por actual, de natureza construtivista, coerente com as Novas Orientações Curriculares para o ensino das ciências, onde se incluem os itens positivos. Os dados encontram-se registados no Quadro 68.

Quadro 68

Tendência Geral das Concepções e Atitudes dos Professores. Médias e Desvios Padrão

TENDÊNCIA GERAL	DIMENSÕES (itens)	SCORES	
		Média	DP
Tendência tradicional	Objectivos da educação em ciência (1.1, 1.4, 1.7, 1.9, 1.10, 1.11, 1.13)	1,7 (3,3)	0,34
	Atitudes em relação à prática pedagógica (2.1, 2.2, 2.3, 2.5, 2.6, 2.11, 2.13, 2.14, 2.17, 2.19, 2.20, 2.23, 2.24, 2.29, 2.30)	1,7 (3,3)	0,23
	Concepções em CTSA (3.2, 3.3, 3.7, 3.8, 3.10, 3.12, 3.14)	2,8 (2,2)	0,33
	Sub-total	2,1 (2,9)	0,21 0,21
Tendência actual	Objectivos da educação em ciência (1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 1.12, 1.14)	3,5	0,28
	Atitudes em relação à prática pedagógica (2.4, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.12, 2.15, 2.16, 2.18, 2.21, 2.22, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28)	3,4	0,25
	Concepções em CTSA (3.1, 3.4, 3.5, 3.6, 3.9, 3.11, 3.13)	3,1	0,27
	Sub-total	3,3	0,20
Total		2,7 (3,1)	0,10 0,21

Os valores indicados entre parênteses foram calculados sem inversão dos scores.

Pela leitura dos dados, verifica-se que as médias (calculadas sem inversão) nas dimensões “objectivos de educação em ciência” e “atitudes em relação à prática pedagógica” são elevadas em ambas as classes, registando-se uma ligeira valorização dos itens positivos, em relação aos negativos. Enquanto que a média dos itens negativos, nas duas dimensões foi de 3,3, nos itens positivos foi de 3,5 e 3,4, respectivamente. Em qualquer dos casos, verifica-se consenso nas respostas (o desvio padrão oscila entre 0,23 e 0,34).

Em relação à dimensão “concepções em CTSA”, os *scores* médios obtidos (sem inversão), em ambas as classes, foram inferiores aos das outras duas dimensões, registando-se uma valorização bastante superior dos itens positivos ($M = 3,1$; $DP = 0,27$), em relação aos negativos ($M = 2,2$; $DP = 0,33$). Nesta dimensão também se verificou consenso nas respostas.

Considerando o conjunto das três dimensões, verifica-se que a tendência mantém-se, ou seja, os professores valorizam mais os itens positivos que os negativos (os *scores* médios foram respectivamente 3,3 e 2,9).

Contudo, não podemos deixar de salientar que estes resultados revelam incoerência, na medida em que os professores manifestam uma concordância elevada tanto com as concepções e atitudes negativas como com as positivas, o que nos leva a concluir que a sua performance se situa entre o paradigma construtivista e o paradigma tradicional (empirista). Com efeito, o *score* médio alcançado nestas duas classes foi de 2,7, situando as concepções e atitudes dos professores numa posição “favorável” em relação ao nosso quadro teórico, mas pouco satisfatória, pois não atingiu o nível mínimo de exigência (3).

Na Figura 14, apresentamos um gráfico com as médias totais (em percentagem) dos *scores* obtidos e esperados em cada uma das dimensões e a média do somatório dos *scores* das três dimensões.

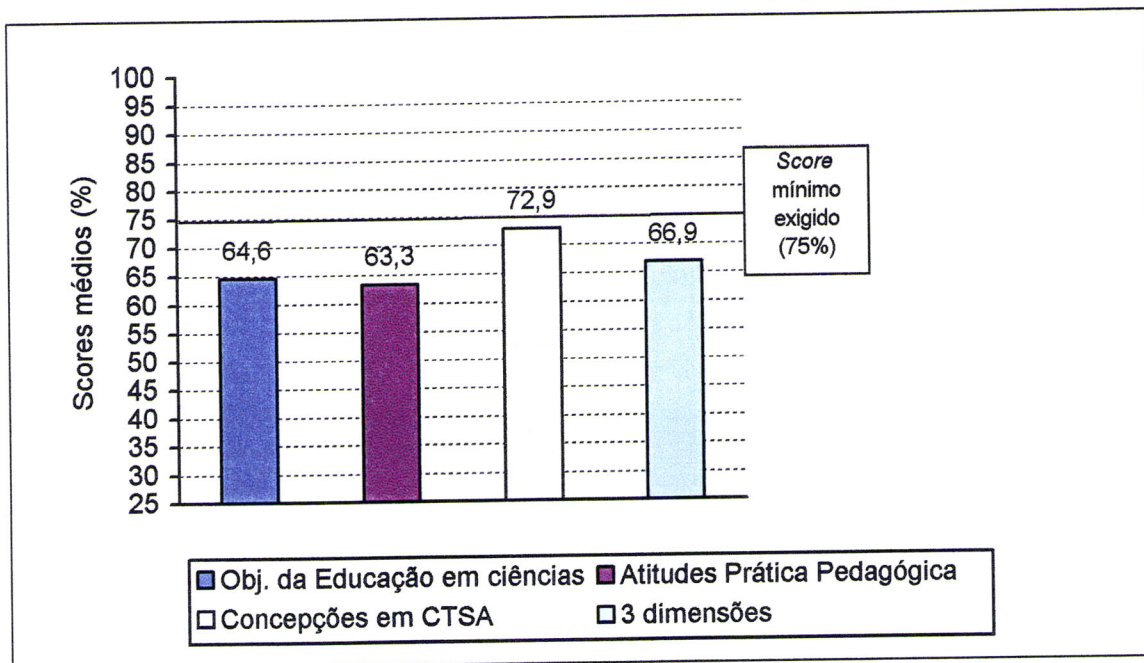


Figura 14. Scores médios alcançados e esperados, nas três dimensões (Objectivos da educação em ciência, Atitudes em relação à prática pedagógica e Cultura em CTSA).

A variável em que as opiniões manifestadas pelos estagiários se aproximaram mais do nosso quadro teórico foi nas “concepções em CTSA” (72,9%), em que o *score* médio obtido dista 2,1 pontos percentuais do *score* mínimo exigido. Nas outras variáveis, os *scores* obtidos registaram valores mais baixos: 64,6%, nos “objectivos da educação em ciência”; e 63,3%, nas “atitudes em relação à prática pedagógica”.

Considerando o conjunto das três variáveis, verificamos que as concepções e atitudes dos professores não atingem o *score* mínimo exigido, com um afastamento de 8,1 pontos percentuais. Apesar de existirem indicadores que apontam para uma tendência construtivista, também existem indicadores óbvios da presença de muitas concepções e atitudes associadas ao paradigma empirista/positivista.

Podemos encontrar a explicação para estes resultados contraditórios, se tivermos em conta que os professores possuem conhecimentos sobre a prática docente, construídos a partir da sua larga experiência como alunos, que resistem e, por vezes, entram em conflito com os conhecimentos adquiridos na formação inicial. Superar este conflito é um aspecto que os docentes responsáveis pela formação inicial de professores não podem ignorar.

No Quadro 69 apresentamos os resultados obtidos nas questões 1, 2 e 3 (que permitem encontrar a tendência geral das concepções e atitudes dos professores), em função das variáveis independentes.

Quadro 69

Tendência Geral das Concepções e Atitudes dos Professores, função das Variáveis Independentes

VARIÁVEIS INDEPENDENTES		<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>t-student</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Gênero	Masculino	14	2,7	0,12	-0,083	-	,934
	Feminino	39	2,7	0,09			
Idade	[22; 24]	35	2,7	0,10	-	-,021	,879
	[25; 27]	11	2,7	0,10			
	[28; 30]	3	2,7	0,14			
	[31; 33]	2	2,7	0,38			
	[34; 36]	2	2,7	0,33			
Curso	Biologia e Geologia	24	2,7	0,10	2,465	-	,017*
	Física e Química	29	2,6	0,08			

* $p < ,05$ – Significativo

Para a categoria “tendência geral das concepções e atitudes”, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos da variável gênero [$t(52) = -0,083$; $p = ,934$]. A idade dos sujeitos não apresentou correlação significativa com esta categoria [$r = -,21$; $p = ,879$]. Porém, registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos da variável curso, sendo a média do curso de Biologia e Geologia ($M = 2,7$) estatisticamente superior à média do curso de Física e Química ($M = 2,6$) [$t(52) = 2,465$; $p = ,017$].

SECÇÃO B – ESTUDO DE CASO E ESTUDO EXPLORATÓRIO**BI – OS PROFESSORES****I – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

Participaram no estudo de caso cinco professores, três no grupo experimental e dois no grupo de controlo. Na tabela seguinte (Quadro 70) apresentamos as características da amostra por idade e género.

Quadro 70

Caracterização da Amostra de Professores do Estudo de Caso

GRUPOS	SUJEITOS	IDADE	GÉNERO
Experimental	A	22	Feminino
	B	22	Masculino
	C	24	Masculino
Controlo	D	24	Masculino
	E	25	Feminino

A amostra do grupo experimental é constituída por três estagiários, dois do género masculino e um do género feminino, com idades compreendidas entre os 22 e os 24 anos. O grupo de controlo tem apenas dois elementos, um do género masculino e um do género feminino, com 24 e 25 anos de idade, respectivamente.

Importa referir que, pelo facto dos professores estagiários do grupo experimental partilharem uma das turmas de 8.º ano em regime de co-docência, apenas foram observadas aulas de dois estagiários. No entanto, participaram os três na Acção de formação e os questionários também foram aplicados aos três estagiários.

II – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Um dos objectivos definidos no nosso estudo foi “Avaliar os efeitos da Acção de Formação/Reflexão, em termos de mudanças das concepções, atitudes e práticas dos professores estagiários e na aquisição de competências em literacia científica dos alunos”. Neste sentido, procedemos à comparação dos resultados obtidos pelos grupos experimental (GE) e de controlo (GC) no pré-teste e no pós-teste, relativamente às variáveis: objectivos da educação em ciência, atitudes em relação à prática pedagógica, concepções sobre CTSA e nível de conhecimentos em temas contemporâneos de CTSA. Os resultados são apresentados em tabelas e também em gráficos, que permitem uma melhor visualização dos resultados.

De acordo com desenho da investigação, numa primeira fase, aplicámos o questionário para medir as variáveis dependentes, antes de se ter realizado a intervenção no grupo experimental (pré-teste); após a intervenção, aplicámos novamente o mesmo instrumento, para proceder à pós-testagem. No quadro seguinte, apresentamos os resultados obtidos pelos dois grupos (GE e GC), no pré-teste e no pós-teste, nas quatro variáveis consideradas. Todos os dados recolhidos a partir do questionário encontram-se no Anexo 6.

O quadro seguinte contém os resultados (médias e desvios padrão) obtidos nos dois testes, em ambos os grupos.

Quadro 71

Médias e Desvios-Padrão dos Resultados obtidos no Pré-teste e no Pós-teste, pelos Grupos Experimental e de Controlo para as Categorias: Objectivos da Educação em Ciência, Atitudes em Relação à Prática Pedagógica, Concepções de âmbito CTSA e Temas de CTSA

			<i>Média</i>	<i>DP</i>
OBJECTIVOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA	GE	Pré-teste	2,6	0,58
		Pós-teste	2,6	1,53
	GC	Pré-teste	2,6	2,12
		Pós-teste	2,6	1,41
ATITUDES EM RELAÇÃO À PRÁTICA PEDAGÓGICA	GE	Pré-teste	2,6	3,21
		Pós-teste	2,7	1,53
	GC	Pré-teste	2,5	2,83
		Pós-teste	2,5	0,00

Quadro 71
(continuação)

CONCEPÇÕES DE ÂMBITO CTSA	GE	Pré-teste	3,0	4,04
		Pós-teste	3,0	2,08
	GC	Pré-teste	3,0	2,12
		Pós-teste	3,0	1,41
TEMAS DE CTSA	GE	Pré-teste	2,5	13,05
		Pós-teste	2,7	15,89
	GC	Pré-teste	3,2	0,71
		Pós-teste	3,5	1,41

Nas figuras seguintes apresentamos os gráficos com os resultados, em percentagem, para cada um dos grupos.

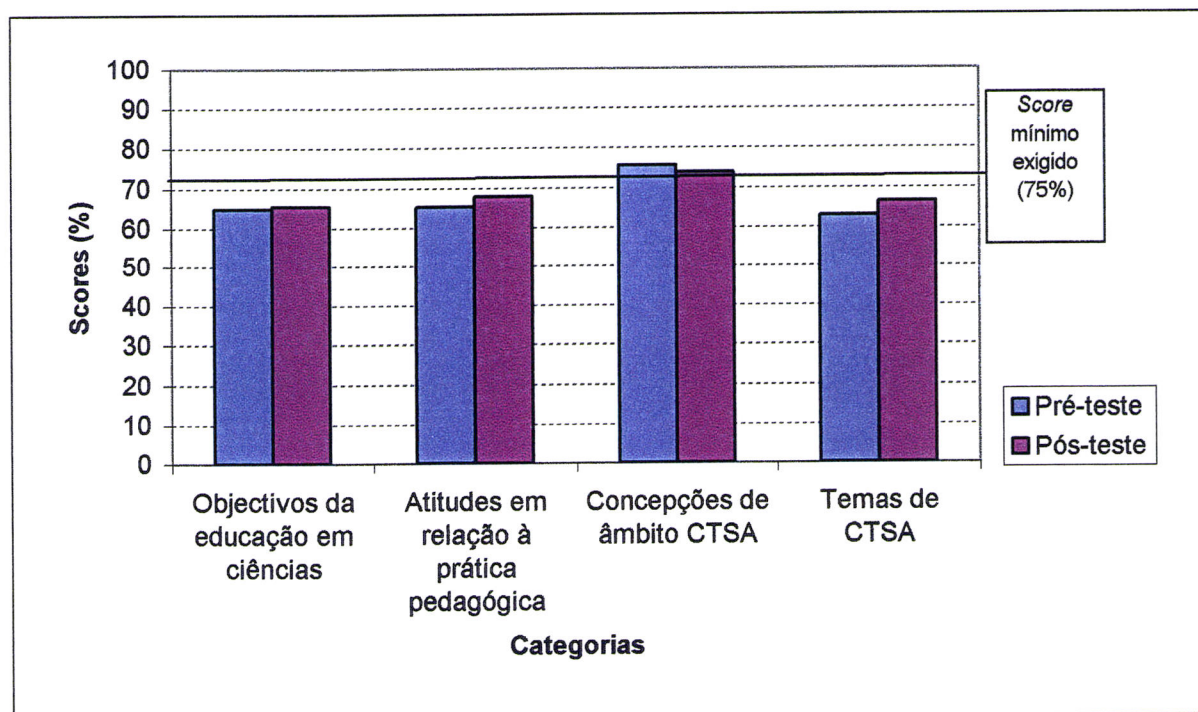


Figura 15. Grupo experimental. Scores (em percentagem) obtidos no pré-teste e pós-teste, nas categorias: objectivos da educação em ciência, atitudes em relação à prática pedagógica, concepções de âmbito CTSA e temas de CTSA.

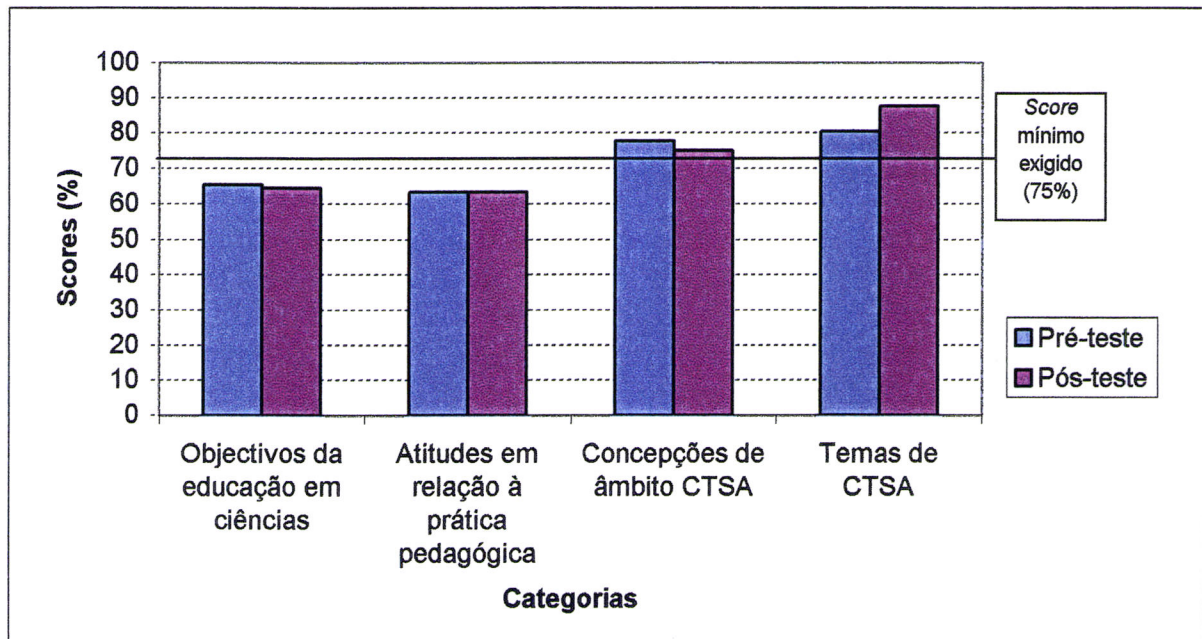


Figura 16. Grupo de controlo. Scores (em percentagem) obtidos no pré-teste e pós-teste, nas categorias: objectivos da educação em ciência, atitudes em relação à prática pedagógica, concepções de âmbito CTSA e temas de CTSA.

Em relação aos “objectivos da educação em ciência”, registou-se a mesma média ($M = 2,6$) nos dois grupos e em ambos os testes, valor que traduz uma concordância com o nosso quadro teórico, que se situa entre 64,3% (GC) e 65,5% (GE). Para além de não se registar qualquer evolução das concepções dos professores em relação aos objectivos educacionais, estes apresentam um *score* médio inferior ao nível mínimo de exigência (75%) considerado para o nosso quadro teórico. É de assinalar que apesar da média ser a mesma, o desvio padrão apresenta valores muito diferentes nas quatro situações.

Nas “atitudes em relação à prática pedagógica”, há a registar que as médias no pré-teste foram de 2,6 no GE e de 2,5 no GC; e que, no pós-teste, a média do GE subiu para 2,7 e a do GC manteve-se. Enquanto que no pós-teste do GC o consenso foi total, nos outros casos, a dispersão foi elevada. No que se refere à concordância com o nosso quadro teórico, verifica-se que no GC, se situa nos 63% e no GE esta passou de 65% para 68%.

Sobre as “concepções de âmbito CTSA”, os professores apresentam uma posição mais favorável, com uma média de 3, que foi comum em ambos os grupos e se manteve nos dois testes. Todavia, a concordância com o nosso quadro teórico registou, em ambos os grupos, uma ligeira descida no pós-teste. O GE passou de 75,5% para 73,8% e o GC, de

77,7% para 75%. Estes valores estão próximos do nível mínimo de exigência, revelando que os professores possuem concepções de CTSA, próximas do nosso quadro teórico.

Em relação aos “temas de CTSA”, o GC apresentou uma média superior ao GE, em ambos os testes. No GE, as médias variaram entre 2,5 e 2,7, enquanto no GC foram mais elevadas, variando entre 3,2 e 3,5. Em qualquer dos testes, o desvio padrão foi alto. No pré-teste a concordância com o nosso quadro teórico foi de 63% no GE e de 80% no CC. No pós-teste, a concordância subiu para 66% no GE e 88% no GC, valor que ultrapassa largamente o nível mínimo de exigência, apontando para um bom nível de conhecimentos de temas CTSA. A subida verificada, do pré-teste para o pós-teste, encontra justificação no facto de muitos dos temas incluídos no questionário terem sido objecto de estudo nas aulas de Ciências Naturais do 8.º ano.

No Quadro 72, estão registados os resultados obtidos na questão 5 (fonte de conhecimento dos temas CTSA), em frequências absolutas. Para facilitar a sua leitura, apresentamos dois gráficos (Figura 17), um com os resultados obtidos pelos dois grupos no pré-teste e o outro com os resultados do pós-teste.

Quadro 72

Fontes de Conhecimento em CTSA. Frequências Absolutas Registadas pelos Grupos de Controlo e Experimental, no Pré-teste e no Pós-teste

	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Manuais escolares	1	2	2	2
Livros científicos	2	1	2	1
Revistas de divulgação científica/tecnológica	2	2	1	1
Enciclopédias	-	1	-	1
Internet	2	3	2	2
Artigos/suplementos da imprensa diária/semanal	2	1	1	2
Visitas a museus ou exposições temáticas	-	-	-	-
Televisão (noticiários ou programas específicos)	3	3	2	2
Participação em congressos/seminários sobre temas específicos	1	-	1	-
Cursos de especialização	-	-	-	-
Disciplinas científicas do curso	2	-	2	2
Disciplinas pedagógicas do curso	-	-	-	-
Outras (especifique)	-	-	-	-

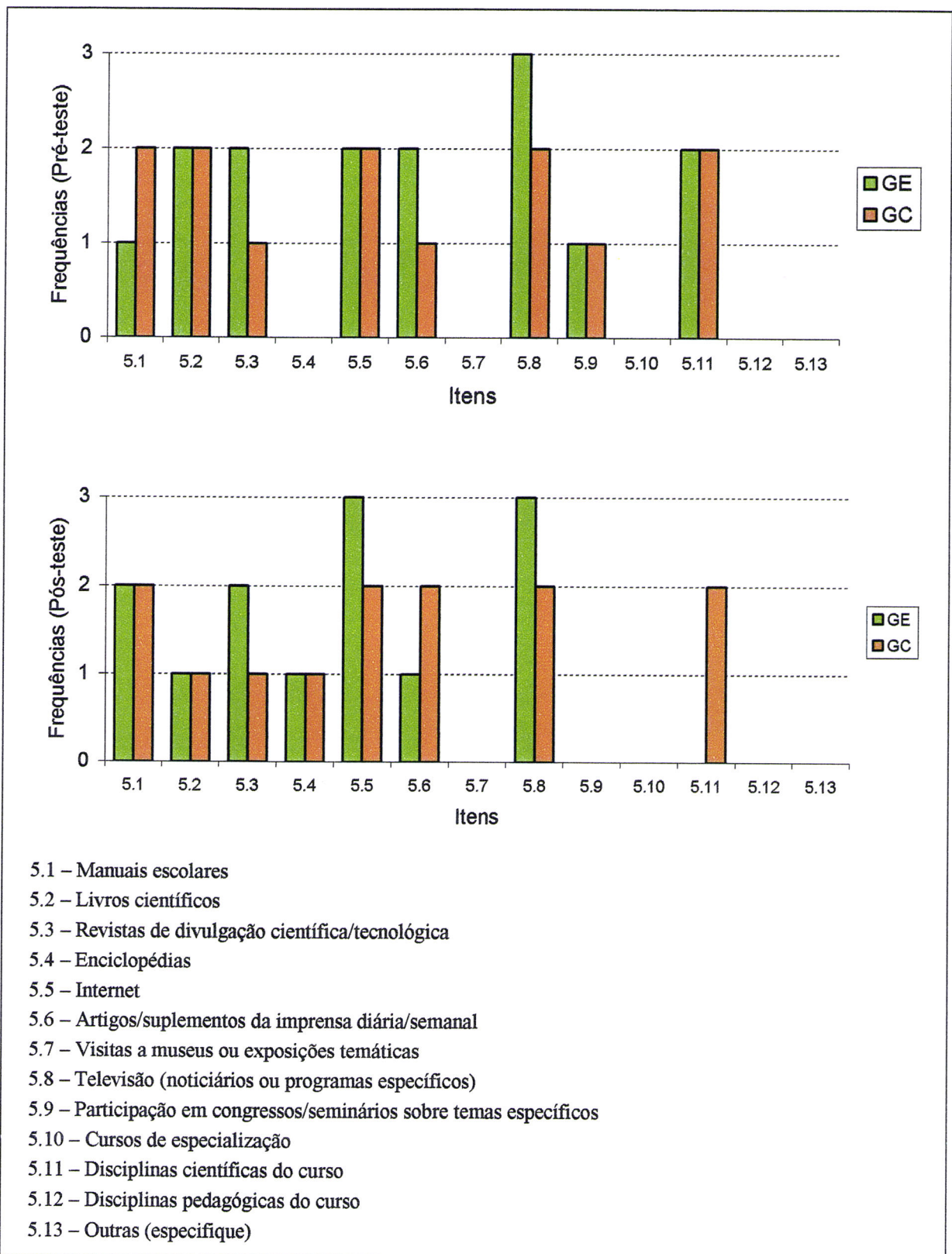


Figura 17. Fonte de conhecimentos de CTSA. Frequência de respostas obtidas nos grupos experimental e de controlo, no pré-teste e no pós-teste.

No pré-teste, nenhum dos estagiários referiu o uso de enciclopédias, mas, no pós-teste, esta fonte de informação foi referida por dois professores, um do GE e outro do GC. Inversamente, a participação em congressos/seminários sobre temas específicos foi escolhido por dois professores, um de cada grupo, no pré-teste, mas não foi escolhido no pós-teste.

Três das opções não foram escolhidas pelos professores em nenhum dos testes. Referimo-nos às visitas a museus ou exposições temáticas, aos cursos de especialização e às disciplinas pedagógicas do curso.

A televisão foi o único recurso escolhido por todos os estagiários, em ambos os testes. A Internet, a par com a televisão, no pós-teste, passou a ser o recurso mais utilizado pelos professores na preparação das suas aulas.

O número de professores que recorre a livros científicos registou uma diminuição do pré-teste para o pós-teste, passando de quatro a dois.

Relativamente ao uso de revistas de divulgação científica não se registou alteração do pré-teste para o pós-teste, sendo esta opção escolhida por dois professores do GE e um do GC.

Os dois professores do GC assinalaram as disciplinas científicas do curso, em ambos os testes; dois professores do GE fizeram igual escolha, mas apenas no pré-teste, no pós-teste esta opção já não foi assinalada.

Relativamente aos professores que indicaram os manuais escolares, registou-se um aumento: no pré-teste, esta opção foi escolhida por três professores (2 GC e 1 GE) e, no pós-teste, por quatro. Apenas um dos professores do GE não escolheu esta opção.

A utilização dos artigos/suplementos da imprensa na preparação das aulas foi assinalada por três professores, em ambos os testes, que não foram exactamente os mesmos. No pré-teste esta opção foi escolhida por dois professores do GE e por um professor do GC, enquanto no pós-teste foi um professor do GE e dois do GC.

III – PLANIFICAÇÕES E AULAS

A análise das planificações e do registo das aulas permite-nos ter uma noção mais exacta de como os professores assumem as orientações curriculares, bem como os saberes e as concepções adquiridas no seu percurso formativo.

Os dados obtidos nas planificações e na observação de aulas foram sujeitos a uma análise qualitativa – análise de conteúdo. O tipo de análise de conteúdo mais generalizado é a análise categorial (Bardin, 1991), que pode aplicar-se tanto a produções verbais como escritas. Começamos pela análise das planificações elaboradas pelos dois grupos, para, em seguida, procedermos à análise das aulas observadas e, por último, fazemos uma análise comparativa das planificações e respectivas aulas, no sentido de verificar a coerência entre o currículo intencional e o currículo prático.

1 – ANÁLISE DAS PLANIFICAÇÕES

As planificações e os materiais elaboradas pelos grupos experimental e de controlo, para a unidade “Recursos naturais – utilização e consequências”, encontram-se no Volume 2 (Anexo 7).

Na análise de conteúdo das planificações, utilizámos como categorias de análise as suas componentes estruturais: competências gerais, problemas, objectivos, conteúdos, estratégias, recursos, tempo e avaliação. No Quadro 73, apresentamos uma descrição sumária de cada uma das componentes das planificações do grupo experimental e do grupo de controlo.

Quadro 73

Descrição Sumária das Planificações dos Grupos Experimental e de Controlo

	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO DE CONTROLO
COMPETÊNCIAS GERAIS¹¹⁵	Indica 3 competências gerais	Indica 5 competências gerais
PROBLEMAS¹¹⁶	Apresenta uma lista com 12 “problemas” e destes, somente cinco podem ser considerados como tal; os restantes são apenas questões fechadas que requerem a reprodução de informação.	Foram enunciadas 21 “situações-problema” que correspondem, na maioria dos casos, a questões fechadas, mais focalizados em factos e conceitos do que em conteúdos investigáveis.
OBJECTIVOS	Define 15 objectivos, dos quais 5 são gerais e 10 específicos. Estes abrangem a totalidade dos conteúdos e encontram-se devidamente articulados com as competências gerais e as estratégias enunciadas. Cobrem os domínios cognitivo e afectivo. Alguns requerem níveis cognitivos baixos (memorização e compreensão) e outros níveis mais elevados, envolvendo a procura, selecção e organização de informações, o debate (sobre resultados alcançados e sobre questões controversas...) e a comunicação das aprendizagens.	Apresenta uma lista extensa de 35 objectivos (6 gerais e 29 específicos), todos do domínio cognitivo, em que apenas cinco requerem um nível superior à memorização, ainda que do nível da compreensão. Estes objectivos apontam, sobretudo, para a memorização de conhecimentos (factos e conceitos), inclusive aqueles que afloram aspectos de CTSA.
CONTEÚDOS	Apresenta uma lista de conteúdos organizados em dois blocos principais (recursos naturais renováveis e recursos naturais não renováveis).	Apresenta uma lista exhaustiva de conteúdos organizados em quatro blocos (recursos naturais, recursos minerais, recursos biológicos e recursos hídricos).
ESTRATÉGIAS	<ul style="list-style-type: none"> – Exploração de acetatos. – Actividades de pesquisa (em grupo). – Apresentação oral de trabalhos. – Elaboração de mapa de conceitos no quadro. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elaboração conjunta da síntese de conteúdos. – Exploração de acetatos, em diálogo vertical. – Utilização do manual escolar (leitura dos conteúdos da unidade, leitura de um documento e observação de figuras). – Resolução de Fichas de Trabalho (individual). – Correção das Fichas de Trabalho. – Leitura de Fichas Informativas. – Visionamento de um filme de vídeo. – Registo do sumário, no quadro.

¹¹⁵ As competências gerais indicadas nas duas planificações foram retiradas do Currículo Nacional do Ensino Básico.

¹¹⁶ O GC adoptou a designação de “situação-problema”.

Quadro 73
(continuação)

	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO DE CONTROLO
RECURSOS	Acetatos, Cd-Rom.	Acetatos, Fichas Informativas, Fichas de Trabalho, manual escolar e filme de vídeo
TEMPO	3 aulas (4h e 50mn).	8 aulas (9h e 30mn).
AValiação	<ul style="list-style-type: none"> - Grelhas de observação de actividades lectivas. - Grelhas de observação de trabalhos de grupo. (Incluem capacidades de diferentes domínios) .	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de verificação de comportamentos/attitudes e competências, na sala de aula. (A lista inclui apenas comportamentos e attitudes relacionados com a participação do aluno na aula) .

Pela leitura da tabela verificamos que existem inúmeras diferenças nas planificações dos dois grupos. Uma das que se evidencia desde logo, diz respeito à componente “tempo”. Esta diferença deve-se ao facto da carga horária da disciplina de Ciências Naturais ser diferente nos dois grupos. As aulas de Ciências Naturais do GE decorrem em dois blocos semanais de 90mn, mas como a turma está dividida, em termos práticos significa que cada grupo apenas tem uma aula por semana. No GC, os alunos têm aulas de Ciências Naturais duas vezes por semana, sendo uma aula de 50mn e a outra de 90mn. Por conseguinte, o número total de horas/ano nesta disciplina é consideravelmente maior no GC do que no GE. Este aspecto só é compensado pelo facto do GE poder trabalhar com turmas mais pequenas. Enquanto que no GC funcionam duas turmas com 26 e 18 alunos, no GE funcionam quatro turmas (três das quais com 14 alunos e uma com 13 alunos).

A planificação do grupo experimental vai ao encontro das Orientações do Currículo Nacional do Ensino Básico. Tanto os objectivos, como as estratégias delineadas, articulam-se com as competências gerais indicadas na planificação. Apesar de apresentar uma estrutura tradicional (linear), trata-se de uma planificação centrada em competências, que coloca ênfase nas actividades de pesquisa, na comunicação e interacção entre os alunos. Cerca de 50% dos objectivos do domínio cognitivo são do nível do conhecimento e compreensão (identifica factos, interpreta factos, explica factos, distingue conceitos) e os restantes situam-se em níveis cognitivos superiores (investiga sobre temas). Contudo, parece não existir uma

consciência do que é o “problema” e do papel que deve desempenhar na planificação. São enunciados vários “problemas”, na maioria fechados, que não contribuem para uma visão globalizante dos temas estudados.

A planificação elaborada pelo grupo de controlo é um exemplo de uma planificação tradicional (linear), em que se acrescentaram duas componentes: “competências gerais” e “situações-problema”. Porém, não existe qualquer integração destas novas componentes na estrutura geral da planificação, o que nos leva a concluir que a sua inclusão serviu apenas para dar cumprimento às actuais Orientações Curriculares para o Ensino Básico. Na verdade, nem os objectivos, nem as estratégias definidas nesta unidade se articulam com as competências gerais indicadas. Por outro lado, as situações-problema não funcionam como enunciados de questões a ser investigadas, mas sim como um roteiro de conteúdos. No entanto, as componentes clássicas encontram-se devidamente articuladas entre si, os objectivos estão relacionados com os conteúdos e estes, por sua vez, estão relacionados com as estratégias.

Trata-se de uma planificação típica da *Pedagogia por Objectivos*, centrada em conteúdos disciplinares e numa extensa lista de objectivos, em que se privilegia a aquisição de conhecimentos, de factos e de conceitos, segundo a lógica disciplinar característica dos livros de texto. Dos vinte e nove objectivos específicos, vinte e três são do nível cognitivo mais baixo (define conceitos, distingue conceitos, enumera factos, explica factos, descreve factos, identifica factos) e apenas seis são do nível da compreensão (infere consequências e interpreta informação, esquemas ou gráficos). A selecção e organização dos conteúdos evidenciam a primazia do lógico frente ao psicológico, a visão objectiva e neutral do conhecimento e a falta de ruptura com o academicismo. A sequenciação linear dos conteúdos e a ausência de flexibilidade estratégica ilustram a influência que o manual escolar teve na planificação do grupo de controlo.

A análise global das planificações revela que as principais referências utilizadas foram o documento das Orientações Curriculares e o manual escolar. Todavia, estas referências são insuficientes, pois quando os professores planificam a acção pedagógica, devem tomar as suas decisões fundamentadas num conhecimento aprofundado de diferentes

fontes de informação, não apenas no currículo oficial e nos manuais escolares¹¹⁷, mas também em materiais curriculares, em estudos sobre concepções dos alunos, em aspectos da história dos conceitos, nas características e interesses dos alunos, etc.

Estes resultados, em alguns aspectos, contrariam as conclusões de um estudo sobre as dificuldades sentidas pelos professores estagiários, no planeamento da acção pedagógica (Sanches e Silva, 1998). Os professores da nossa amostra não revelaram dificuldades, ao nível da estruturação e sequenciação lógica dos conteúdos disciplinares e sua consequente transformação didáctica; também não revelaram dificuldade em fazer a distinção entre objectivos gerais e específicos, nem na articulação entre objectivos, conteúdos e estratégias. No entanto, estes professores, tal como os do estudo de Sanches e Silva (1998), tendem a ignorar a diversidade dos alunos, encarando-os mais como grupo, do que como pessoas com concepções, necessidades e interesses de aprendizagem. Estes aspectos são relegados para segundo plano, nas tomadas de decisões na planificação da prática pedagógica.

2 – ANÁLISE DAS AULAS

O tratamento dos dados resultantes da observação das aulas deve estar directamente relacionado com a natureza da observação, o seu objectivo e o tipo de observação utilizada (Alarcão e Tavares, 2003). Neste caso, os registos escritos das aulas observadas foram tratados através de técnicas de análise de conteúdo.

Neste sentido, procedemos a uma selecção criteriosa dos dados considerados relevantes, tendo em vista a elaboração de uma lista de unidades proposicionais (unidades de registo) que foram, posteriormente, organizados em categorias. Este procedimento tem por base a determinação das propriedades e atributos comuns das unidades de dados de uma categoria (Goetz e Le Compte, 1984). Para o efeito, seguimos os procedimentos indicados por estes autores: (1) reunião da informação obtida; (2) análise sistemática do seu conteúdo;

¹¹⁷ Os manuais escolares são um meio de estudo indispensável para os alunos, mas não para os professores, ainda que lhes possam ser úteis, como referência para as suas aulas.

(3) elaboração de listas com as semelhanças das unidades analíticas incluídas na categoria e as diferenças com outras unidades pertencentes a outra categorias.

Assim, construímos uma tabela com catorze categorias que distribuimos por dois grupos: actividades centradas no professor e actividades centradas nos alunos (Quadro 74). A análise de conteúdo das aulas foi efectuada a partir destas categorias, agrupando internamente unidades com um significado próximo, quer porque estão relacionadas em termos genéricos, quer porque se complementam, reforçam ou contradizem.

A interpretação e análise dos registos efectuados na tabela permitiram caracterizar a prática pedagógica desenvolvida pelos professores estagiários, durante a leccionação de uma unidade de ensino.

Quadro 74

Registo de Ocorrências das Categorias Utilizadas na Análise de Conteúdo das Aulas Observadas

CATEGORIAS		OCORRÊNCIAS										
		Grupo Experimental			Grupo de Controlo							
		Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7	Aula 8
Actividades centradas no professor	Exploração de acetatos	x		x	x	x	x	x	x		x	x
	Exposição oral de conteúdos				x	x	x	x	x	x	x	x
	Visionamento de um filme							x				
	Elaboração de mapas de conceitos	x		x								
	Síntese de conteúdos		x	x								
	Uso de questões	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Actividades centradas nos alunos	Interpretação de esquemas/gráficos								x	x	x	
	Pesquisa de informação		x	x								
	Debate de questões-problema		x	x								
	Resolução de Fichas de Trabalho								x		x	
	Correcção de Fichas de Trabalho									x		x
	Leitura de Fichas Informativas					x		x				
	Síntese de conteúdos				x	x	x	x	x	x	x	x
	Utilização do manual escolar				x				x		x	
	Exposição oral de conteúdos		x	x								
	Resposta a questões	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Com base nas categorias criadas, procedemos à caracterização da prática pedagógica dos professores do grupo experimental e do grupo de controlo.

Caracterização da prática pedagógica dos professores do grupo experimental

- Os acetatos foram utilizados para ilustrar/exemplificar, sistematizar e complementar informação. Estes só eram mostrados depois dos alunos terem respondido a questões que conduziram à informação neles contida.
- Os mapas de conceitos foram construídos pelo professor, no quadro, a partir das respostas que os alunos davam às questões por si colocadas.
- O professor fez uma síntese de conteúdos sobre cada um dos temas apresentados pelos alunos.
- O uso de questões foi muito frequente: algumas eram fechadas, requerendo uma resposta do tipo “reprodução”; outras eram abertas e requeriam “pensamento crítico”, sendo apresentadas sob a forma de problemas; outras, ainda, solicitavam exemplos do quotidiano dos alunos. O professor primeiro fazia a pergunta e depois designava o aluno que deveria responder. Algumas vezes dirigia a questão ao aluno outras vezes à turma.
- A pesquisa de informação foi realizada em grupo, a partir de temas propostos pelo professor. O professor forneceu a cada grupo um cd-rom com toda a informação necessária para orientar a pesquisa, que decorreu fora dos tempos lectivos.
- O debate entre os alunos foi provocado a partir de questões-problema colocadas pelo professor, relacionadas com os temas apresentados pelos alunos. O professor moderou o debate, no sentido de levar os alunos a fundamentarem as suas opiniões ou a clarificarem as ideias apresentadas. Foram debates de curta duração que serviram, sobretudo, para os alunos poderem reflectir sobre um aspecto particularmente relevante, em termos de ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, de alguns temas. Existiu da parte do professor uma tentativa de promover o construtivismo. Contudo, as respostas dadas pelos alunos, por vezes, revelaram uma não compreensão da complexidade das questões-problema e dificuldade em integrar os vários factores intervenientes em cada situação. O sincretismo foi notório, pois concentravam toda a sua interpretação num único factor. De um

modo geral, as respostas foram pouco fundamentadas cientificamente, os conhecimentos eram pouco consistentes e a interpretação dos problemas era muito intuitiva. Estas dificuldades evidenciaram a pouca familiaridade dos alunos em debater questões-problemas.

- Os alunos fizeram a exposição oral dos temas trabalhados em grupo utilizando diferentes recursos (quadro, cartazes, acetatos). De um modo geral, demonstraram à vontade e domínio de algumas competências comunicativas.
- Perante as respostas dos alunos aconteceram três tipos de situações. Se a resposta do aluno estava “correcta”, o professor fazia o reforço, geralmente repetindo a resposta. Se a resposta estava incompleta, o professor fornecia pistas que ajudassem o aluno a chegar à resposta adequada. Se a resposta estava errada, o professor, através do diálogo, procurava levar o aluno a aperceber-se onde falhou, manifestando uma forma incipiente de ter em conta as concepções alternativas dos alunos.

As categorias identificadas na prática pedagógica do grupo experimental apontam para uma prática que se aproxima das Orientações Curriculares para o ensino das ciências. Predominaram as actividades realizadas pelos alunos (pesquisa de informação, comunicação de informação e debate de questões-problema), que contribuem para o desenvolvimento de competências em literacia científica. As interacções CTSA estiveram presentes na abordagem que os alunos fizeram dos diferentes temas da unidade de ensino e também nas questões-problema colocadas pelo professor e debatidas pelos alunos.

O professor teve uma função reguladora do processo de ensino-aprendizagem, intervindo na sistematização e integração dos conteúdos, colocando questões-problema para serem debatidas, reforçando ideias importantes e, por vezes, levando os alunos a reflectir sobre concepções alternativas.

Caracterização da prática pedagógica dos professores do grupo de controlo

- A exploração, mas sobretudo a descrição dos acetatos, foi uma das estratégias mais utilizadas. Os acetatos foram utilizados como suporte da exposição do

professor, sendo ele que normalmente descrevia e explicava a informação neles contida. Por vezes, solicitou os alunos a interpretarem a informação.

- A exposição oral de conteúdos foi a actividade predominante do professor. Esta exposição era geralmente feita com recurso a diferentes materiais (os acetato, as Fichas Informativas e o manual escolar). Por vezes, no decurso da exposição, o professor dava alguns exemplos relacionados com o quotidiano dos alunos.
- Visionamento de um filme. Após uma breve introdução ao tema e assunto principal do filme, os alunos visionaram o filme sem qualquer interrupção. Não foi fornecido guião e, após o visionamento, também não foram colocadas questões.
- Geralmente, as questões surgiam no decurso da exposição oral. Predominaram as questões fechadas, de resposta directa relacionada com informação previamente fornecida, que requerem apenas reprodução da informação. As questões abertas foram escassas e encontram-se nas Fichas de Trabalho. Ocasionalmente, o professor pedia aos alunos exemplos relacionados com o seu quotidiano. Algumas questões foram dirigidas globalmente à turma e outras foram dirigidas a alunos específicos, neste caso, normalmente, o professor colocava primeiro a questão e só depois designava o aluno.
- Por vezes, os alunos fizeram a interpretação de esquemas/gráficos simples que se encontravam em acetato, no manual escolar e nas Fichas de Trabalho.
- As Fichas de Trabalho foram resolvidas individualmente, sendo utilizadas como reforço e consolidação das aprendizagens.
- A correcção das Fichas de Trabalhos foi feita na aula, imediatamente a seguir à sua resolução. Para cada questão, o professor designava um aluno para ler a resposta e, por vezes, fornecia alguns esclarecimentos adicionais.
- As Fichas Informativas eram lidas pelos alunos, na aula e constituíam fontes de conhecimentos.
- A síntese de conteúdos foi feita geralmente, em dois momentos: No início e no fim da aula. No início da aula, o professor solicitava um ou mais alunos, para fazerem a síntese dos conteúdos abordados na aula anterior. No final de cada aula, um ou mais alunos, designados pelo professor, faziam uma síntese da aula, a que se seguia um registo, escrito no quadro, do sumário da aula.

- Os alunos utilizaram o manual escolar de três modos: leitura dos conteúdos que iriam ser leccionados; leitura de um documento, a “Carta europeia da água”; observação de figuras.
- Na maior parte dos casos, as respostas dos alunos iam de encontro ao pretendido pelo professor. Quando isto não acontecia, por vezes interrompia a resposta do aluno e, quando estas não estavam muito claras, solicitava outro(s) aluno(s) ou clarificava a resposta. Quando um aluno não respondia à questão, esta era imediatamente remetida para outro aluno. As respostas erradas não foram submetidas a estratégias de mudança conceptual. Sempre que os alunos revelaram ideias incorrectas, o professor procurou a resposta correcta para validar a aprendizagem do aluno, quer corrigindo-o de imediato, quer questionando outros alunos no sentido de encontrar a resposta mais adequada. Houve uma forte tendência para reforçar ideias (respostas) “correctas” e corrigir as ideias (respostas) “incorrectas”.

Com base nesta caracterização, podemos concluir que a prática pedagógica dos professores do grupo de controlo foi pouco coerente com as Orientações Curriculares, pois existem diversos indicadores que apontam para uma acção educativa de cariz tradicional: muito centrada na exposição e explicação do professor e tendo os conteúdos como eixo director. O acesso à informação era feita pelo professor, directamente ou através de materiais curriculares, entre os quais os acetatos tiveram um lugar privilegiado. As estratégias de ensino, as actividades de aprendizagem e os materiais curriculares usados pelos professores, na sala de aula, estão em consonância com uma abordagem que promove apenas a aquisição de conhecimentos (factos e conceitos).

Os alunos mantiveram uma atitude de receptores de informação, pois a ênfase da aula foi colocada em actividades de leitura, na escuta do professor, na resposta a questões colocadas por este e na resolução individual de Fichas de Trabalho. As concepções alternativas dos alunos não foram valorizadas e as ideias erradas eram rapidamente corrigidas pelo professor. Apesar da unidade de ensino ter um forte componente de ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, a interacção destas dimensões não foi devidamente explorada. A perspectiva CTSA, embora presente em todas as aulas, teve uma abordagem incipiente.

As aulas apresentaram-se muito estruturadas (característica própria do método expositivo), distinguindo-se claramente três momentos: começavam com uma actividade de revisão dos conceitos adquiridos na aula anterior, prosseguiam com o desenvolvimento dos conteúdos e terminavam com a síntese dos conteúdos.

Para além das diferenças assinaladas nas práticas dos dois grupos, há a salientar alguns aspectos comuns. De um modo geral, os estagiários revelaram dificuldades na liderança intelectual, isto é, na condução do raciocínio dos alunos, na articulação entre as diferentes respostas, no esclarecimento de dúvidas relativamente a conteúdos não planeados e na resolução de situações imprevistas. Revelaram, ainda, dificuldade na diferenciação pedagógica, ou seja, na adaptação dos conteúdos às características e conhecimentos prévios dos alunos.

Outra característica comum aos dois grupos foi o modo como lidaram com as concepções alternativas dos alunos. De um modo geral, o sentido de refutação e de construção do conhecimento, por eliminação sucessiva e intencional do erro, não aconteceu.

Também, no que diz respeito às formas de avaliação previstas na planificação, não constatámos a utilização de qualquer instrumento ou registo no decurso das aulas observadas, tanto no grupo experimental, como no grupo de controlo.

3 – DA PLANIFICAÇÃO PARA AS AULAS

O acto educativo, independentemente das concepções de ensino e de aprendizagem que tenha subjacente, possui sempre três eixos: o aluno (quem aprende), o objecto do conhecimento (conteúdo da aprendizagem) e o professor (quem ensina) (Hernández e Sancho, 1994). A ênfase colocada em cada um destes eixos vai condicionar o ensino e a aprendizagem. Porém, o acto educativo é complexo e, articuladas com estes três

eixos, existem diversas componentes que importa considerar, quando se planifica a acção pedagógica.

A planificação e a acção pedagógica devem conjugar-se para constituir uma unidade coerente e lógica (Sanches e Silva, 1998). Considerando as componentes (objectivos, conteúdos e estratégias), podemos afirmar que, de um modo geral, as aulas observadas foram coerentes com as respectivas planificações. As planificações influenciaram as práticas de ensino, na medida em que foram pouco modificadas na situação interactiva.

Todavia, há que salientar que o grupo experimental apresentou, nas aulas, um desempenho mais rico ao nível das estratégias e dos objectivos, do que o planificado. Foram realizados diversos debates, a partir de questões-problema que não estavam mencionadas na planificação, e os mapas de conceitos foram utilizados em duas aulas, e não apenas numa como estava indicado na planificação.

A planificação e as aulas desenvolvidas pelo grupo experimental revelaram-se favoráveis a um ensino de qualidade, capaz de desenvolver nos alunos as competências exigidas nos actuais currículos de ciências.

A análise das planificações e dos registos de aulas do grupo de controlo vieram confirmar a ideia de que, quando os professores passam do currículo formal para os currículos intencional e prático, não pensam em termos de currículo, pois a ênfase é colocada sobretudo nos conteúdos disciplinares e nas actividades que se irão desenvolver (Hernández e Sancho, 1994). Os conteúdos foram determinantes nas estratégias, cuja concretização teve sempre como pano de fundo a exposição oral do professor, com recurso a diferentes suportes materiais e ao diálogo vertical orientado pela dinâmica pergunta-resposta. As aulas confirmaram a grande valorização dos conteúdos e a ênfase da aquisição de conhecimentos factuais e conceptuais. Com efeito, apesar de existirem alguns, escassos, objectivos que requeriam que os alunos fizessem inferências, tal não aconteceu, porque, mais uma vez, o professor expôs a informação e questionou os alunos sobre a mesma. Ainda que as estratégias fossem diversificadas e adequadas aos objectivos e conteúdos, não favoreciam o apreço pela ciência, nem contribuíam para o desenvolvimento de competências em literacia científica.

Da análise global das aulas e planificações da unidade de ensino estudada, constatamos a coexistência de características de vários modelos didácticos. Contudo,

distinguem-se, claramente, duas tendências dominantes que incluem contradições em alguns aspectos. De acordo com os modelos conceptuais de prática pedagógica descritos no Capítulo 4, podemos afirmar que os professores do grupo de controlo manifestaram uma postura que oscila entre o “professor tradicional” e o “professor tecnológico”, enquanto que os professores do grupo experimental assumiram uma postura próxima do “professor construtivista”.

B2 – OS ALUNOS

I – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A nossa amostra de alunos é constituída por quatro turmas do 8.º ano de escolaridade, num total de 99 alunos. Duas das quatro turmas constituem o grupo experimental e as outras duas constituem o grupo de controlo, com 55 e 43 alunos, respectivamente. Responderam ao pré-teste 98 alunos, 55 do GE e 43 do GC; e apenas 87 alunos responderam ao pós-teste, sendo 50 do GE e 37 do GC.

A caracterização da amostra refere-se aos alunos que responderam ao pré-teste. Foram consideradas duas variáveis independentes: o género e a idade. Relativamente à variável género, a distribuição da amostra é a que consta no Quadro 75. Os dados relativos à variável idade encontram-se registados no Quadro 76.

Quadro 75

Distribuição das Frequências Absolutas (N) e Relativas (%) para a Variável Género dos Alunos

	MASCULINO		FEMININO	
	N	%	N	%
GRUPO EXPERIMENTAL (n=55)	20	36%	35	64%
GRUPO DE CONTROLO (n=43)	24	56%	19	43%

No GC, o número de alunos do género masculino corresponde a 56% e o do género feminino a 43%. No GE, a percentagem de alunos do género feminino é muito superior à percentagem de alunos do género masculino, sendo, respectivamente, de 64% e 36%.

A aplicação do teste do *Qui-quadrado* revela que as diferenças entre os grupos, na distribuição por género, são estatisticamente significativas [$\chi^2(1) = 3,690$; $p = ,055$].

Quadro 76

Distribuição das Frequências Absolutas, Médias e Desvio Padrão, para a Variável Idade dos alunos

	IDADES					Média	DP
	13	14	15	16	17		
GRUPO EXPERIMENTAL (n=55)	34	9	6	3	3	13.8	1.24
GRUPO DE CONTROLO (n=43)	22	14	5	1	1	13.7	0.93

As idades dos alunos variam entre 13 e 17 anos, sendo a média das idades nos dois grupos muito próxima, 13,8 para o GE e 13,7 para o GC, com desvios padrão de 1,24 e 0,93, respectivamente. Comparadas as médias das idades com o teste *t de Student*, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos [$t(97) = ,072$; $p = ,790$].

II – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O questionário de literacia científica inclui quatro questões, das quais, três são fechadas e uma é aberta.

As respostas foram codificadas, de acordo com as orientações utilizadas no PISA 2000. A codificação dos itens de resposta aberta encontra-se em tabelas de codificação, com indicações gerais relativas aos critérios de sucesso. Nesta categorização, não foram considerados os erros de ortografia e sintaxe, excepto nos casos em que esses erros obscureciam totalmente o significado da resposta. As respostas aos itens foram tratadas pelos procedimentos usuais de estatística descritiva, recorrendo-se quando necessário, à inferência estatística.

À semelhança do que foi feito no estudo PISA 2000, o desempenho em literacia científica foi classificado numa escala única com três categorias, tendo por base o nível de dificuldade da tarefa requerida. Apresentamos, em seguida, as descrições genéricas das três categorias da escala, tal como são descritas em Ramalho (2003).

- Tarefas difíceis – requerem capacidades cognitivas complexas. Os alunos são capazes de criar ou de usar modelos conceptuais para fazer previsões ou apresentar explicações; de analisar investigações científicas, de forma a entender, por exemplo, o plano de uma experimentação ou a identificar uma ideia que está a ser testada; de comparar dados, de forma a avaliar pontos de vista alternativos ou perspectivas diferentes; de comunicar argumentos científicos e/ou descrições em detalhe e com precisão.
- Tarefas de dificuldade intermédia – requerem pensamento científico consistente. Os alunos são capazes de usar conceitos científicos e de fazer previsões ou providenciar explicações; de reconhecer questões que podem ser respondidas pela investigação científica e/ou identificar promotores do que está envolvido numa investigação científica; de seleccionar informação relevante a partir de dados variados ou de cadeias de raciocínio, ao tirar conclusões ou ao fazer a sua avaliação.

- Tarefas fáceis – requerem apenas a evocação e o uso de conhecimento científico simples. Os estudantes são capazes de evocar conhecimento científico factual simples (por exemplo, nomes, factos, terminologia, regras simples); e de usar conhecimento científico trivial, para tirar conclusões ou para as avaliar.

Neste estudo procedemos a três tipos de análises:

1. Análise do desempenho, dos alunos no teste de literacia científica.
2. Análise comparativa dos resultados obtidos pelos grupos experimental e de controlo, no pré-teste e no pós-teste.
3. Análise comparativa dos resultados obtidos no pós-teste e das classificações obtidas no final do 3.º Período.

1 – DESEMPENHO DOS ALUNOS NO TESTE DE LITERACIA CIENTÍFICA

A análise do desempenho dos alunos foi efectuada com base nos resultados obtidos no pós-teste. Na apresentação dos resultados, utilizámos quatro tipos de indicadores:

1. Percentagem de alunos com a cotação total da questão.
2. Percentagem de alunos com a cotação parcial na questão (apenas nas questões 1 e 4).
3. Percentagem de alunos com cotação nula (inclui “respostas erradas”, “respostas inválidas” e “não respostas”).
4. Percentagem da cotação média em relação à cotação total da questão (média das cotações obtidas/cotação total) x 100.

Na análise de cada questão, começamos por indicar a competência requerida, o nível de dificuldade da tarefa e a cotação da questão. Fornecemos uma breve explicação das tarefas requeridas e apresentamos uma tabela de codificação com os critérios de correcção e respectiva cotação. Depois apresentamos uma tabela com os resultados obtidos em cada um dos quatro indicadores considerados e fazemos a respectiva ilustração gráfica.

Questão 1

Competência: Comunicação de conclusões válidas.

Nível de dificuldade da tarefa: difícil.

Cotação: 2 pontos.

Para responder a esta questão, os alunos têm de tirar conclusões, interligando as evidências fornecidas no texto e na banda desenhada e, têm de expressar essa conclusão. A clareza e a consistência da comunicação são mais importantes que as conclusões particulares que possam ser apresentadas.

No quadro seguinte, apresentamos a codificação utilizada na avaliação desta questão.

Quadro 77

Codificação da Questão 1 (Questionário A)

CRITÉRIOS DE SUCESSO	COTAÇÃO
Interpretação correcta da banda desenhada, fundamentada em dados do texto. “Divisão das <u>moléculas de oxigénio</u> em <u>átomos</u> , por acção da <u>luz solar</u> e a <u>recombinação</u> destes átomos de oxigénio com outras moléculas de oxigénio (O ₂), dando origem a <u>moléculas de ozono</u> (O ₃)”	2
Interpretação incompleta da banda desenhada.	1
Interpretação incorrecta da banda desenhada.	0

Quadro 78

Questão 1. Distribuição das Frequências de Respostas (em percentagem)

% de alunos com cotação total (2 pontos)	% de alunos com cotação parcial (1 ponto)	% de alunos com cotação nula			% da cotação média, em relação à cotação total da questão
		Errada	Inválida	Não responde	
5,7	24,1	40,2	19,5	10,3	17,8

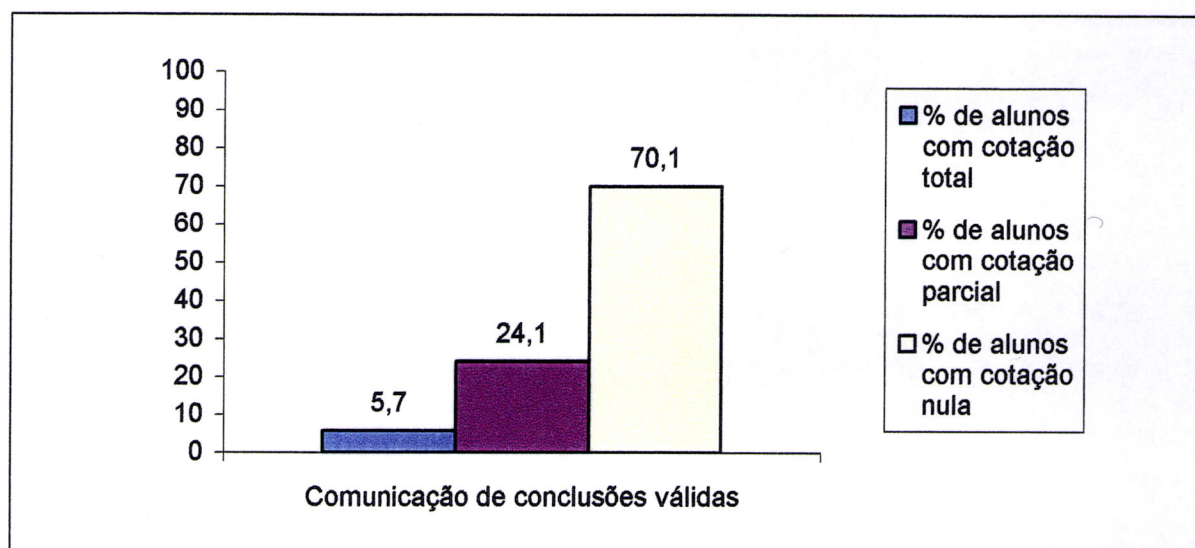


Figura 18. Questão 1 – Gráfico com a distribuição das frequências de respostas (em percentagem).

O desempenho dos alunos, na questão que avalia a competência de comunicar conclusões válidas, é muito baixo. Apenas 5,7% dos alunos responderam correctamente e a percentagem de respostas com cotação nula, onde se incluem as “respostas erradas”, “as respostas inválidas” e as “não respostas”, foi muito elevado, perfazendo 71% dos alunos.

Estes resultados parecem estar relacionados com o facto da resposta a esta questão corresponder, na escala de literacia científica, a uma tarefa difícil. Nesta questão, os alunos têm de usar a informação que lhes é dada, para interpretar uma banda desenhada e explicar de forma clara o seu significado. A resposta requer alguns conhecimentos científicos, tais como o que são átomos e moléculas. Todavia a ênfase é colocada na capacidade de construir uma explicação usando os dados fornecidos, valorizando-se as respostas que identificam a informação relevante para a explicação.

Apresentamos, em seguida, alguns exemplos que ilustram respostas com cotação máxima, intermédia e nula.

Exemplo de resposta com cotação máxima:

O que está representado na banda desenhada é que os raios ultravioleta destroem as moléculas de oxigénio e os seus átomos ficam separados e por sua vez vão-se juntar com outras moléculas de oxigénio formando uma molécula de ozono que é constituída por três átomos de oxigénio.

Exemplo de resposta com cotação intermédia:

Quando uma molécula de oxigénio (O_2) se divide em dois átomos de oxigénio (O), ~~estes~~ os dois átomos juntam-se a outra molécula de oxigénio formando uma molécula de ozono (O_3) ($O_2 + 2O = 2O_3$)

Exemplos de respostas "erradas", com cotação nula:

o SO_2 "morta" 2 átomos de oxigénio e por vezes também 3 átomos de uma só vez e depois "nascem" outros átomos mas muito menos do que aqueles que morreram.

As moléculas e as atmosferas são coisas que ^é para a atmosfera ter mais coisas como o oxigênio etc.

A banda desenhada significava que as atmosferas e as moléculas podem-se juntar umas com as outras, por isso, é que aquilo está tudo junto.

No exemplo seguinte, apresentamos uma resposta “inválida”:

O que a banda desenhada está a querer dizer é que se não fosse o oceano formado entre 10 e 40 km acima da superfície ~~(da)~~ terrestre poderiamos apertar grandes pedaços e que devemos ter cuidado com os raios ultra-violeta.

Questão 2

Competência: Aplicação do conhecimento científico à situação apresentada.

Nível de dificuldade da tarefa: intermédio.

Cotação: 1 ponto.

Nesta questão os alunos têm de demonstrar a compreensão de conceitos científicos, mediante a aplicação desses conceitos em situações diferentes daquelas onde foram aprendidos. São apresentadas quatro opções de respostas em que apenas uma está correcta (Quadro 79).

Quadro 79

Codificação da Questão 2 (Questionário A)

	PONTOS
a)	0
b)	1
c)	0
d)	0

Quadro 80

Questão 2. Distribuição das Frequências de Respostas (em percentagem)

% de alunos com cotação total (1 ponto)	% de alunos com cotação nula			% da cotação média, em relação à cotação total da questão
	0	Inválida	Não responde	
57,5	39,1	3,4	0,0	57,5

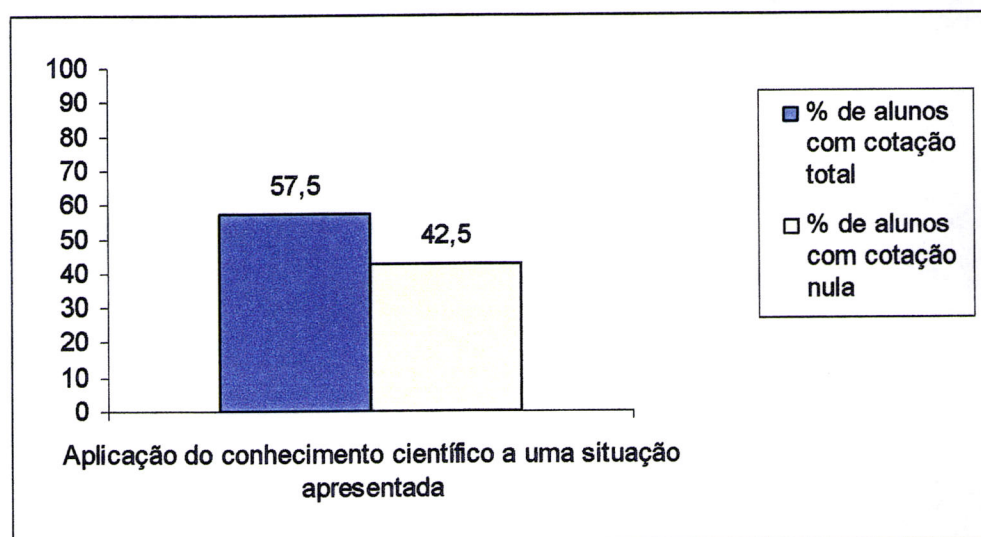


Figura 19. Questão 2 – Gráfico com a distribuição das frequências de respostas (em percentagem).

Para responder a esta questão, os alunos têm de fazer uso do conhecimento científico, têm de saber onde ocorrem as trovoadas, se na estratosfera ou na troposfera, para depois o aplicarem na situação apresentada.

Se considerarmos que esta questão apresenta um nível de dificuldade intermédio, o desempenho dos alunos foi razoável: 57,5% dos alunos tiveram a cotação total e 42,5% não obtiveram cotação.

Questão 3

Competência: Aplicação do conhecimento científico à situação apresentada.

Nível de dificuldade da tarefa: fácil.

Cotação: 1 ponto.

Nesta questão os alunos têm de evocar conhecimento e aplicá-lo num dado contexto. Trata-se de uma resposta simples e por isso é considerada fácil. No quadro 81 apresentamos o critério de correcção desta questão.

Quadro 81

Codificação da Questão 3 (Questionário A)

CRITÉRIOS DE SUCESSO	PONTOS
Cancro da pele	1
Resposta errada	0

Quadro 82

Questão 3. Distribuição das Frequências de Respostas (em percentagem)

% de alunos com cotação total (1 ponto)	% de alunos com cotação nula			% da cotação média, em relação à cotação total da questão
	0	Inválida	Não responde	
74,7	19,5	2,3	2,3	74,7

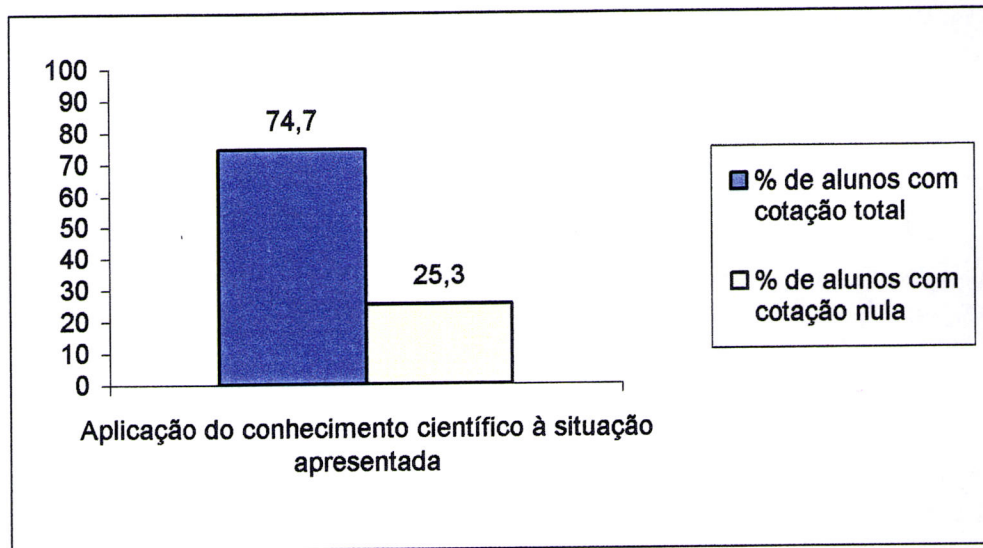


Figura 20. Questão 3 – Gráfico com a distribuição das frequências de respostas (em percentagem).

Esta questão, tal como a anterior, avalia a competência para aplicar conhecimento científico à situação apresentada, mas trata-se de uma tarefa fácil. A resposta requer apenas que os alunos conheçam os efeitos da exposição do ser humano aos raios ultravioletas, em que o principal é o cancro da pele.

A percentagem de alunos que obtiveram a cotação total quase atingiu os 75% e apenas um quarto dos alunos não conseguiu cotação nesta questão. O sucesso alcançado pode estar relacionado com o facto deste tema ser amplamente debatido nos meios de comunicação social, sobretudo quando se aproxima a época balnear, sendo, por isso, um tema familiar aos alunos.

Apresentamos alguns exemplos que ilustram a resposta correcta, respostas incorrectas e respostas inválidas.

Exemplo de resposta correcta:

Uma doença provocada pela exposição aos raios do Sol é o cancro da pele.

Exemplo de resposta inválida:

~~As pess~~ A pessoas que têm de tomar comprimidos para depois poderem ir para o sol.

Exemplo de resposta errada:

A Caguis

Questão 4

Competência: Reconhecimento de questões investigáveis cientificamente.

Nível de dificuldade da tarefa: intermédio.

Cotação: 2 pontos.

Nesta questão os alunos têm de compreender a natureza da investigação científica, o que significa terem capacidade para distinguir entre questões a que a ciência pode dar resposta e questões que não são passíveis de investigação científica (Quadro 83).

Quadro 83

Codificação da Questão 4 (Questionário A)

CRITÉRIOS DE SUCESSO			PONTOS
a)	As incertezas científicas acerca da influência dos CFC na camada de ozono devem ser razão suficiente para que os governos actuem?	Sim	0
		Não	1
b)	Qual seria a concentração de CFC na atmosfera, em 2005, se a libertação de CFC para a atmosfera se mantivesse ao ritmo actual?	Sim	1
		Não	0

Quadro 84

Questão 4. Distribuição das Frequências de Respostas (em percentagem)

% de alunos com cotação total (2 pontos)	% de alunos com cotação parcial (1 ponto)	% de alunos com cotação nula			% da cotação média, em relação à cotação total da questão
		0	Inválida	Não responde	
25,3	29,9	42,5	1,1	1,1	40,2

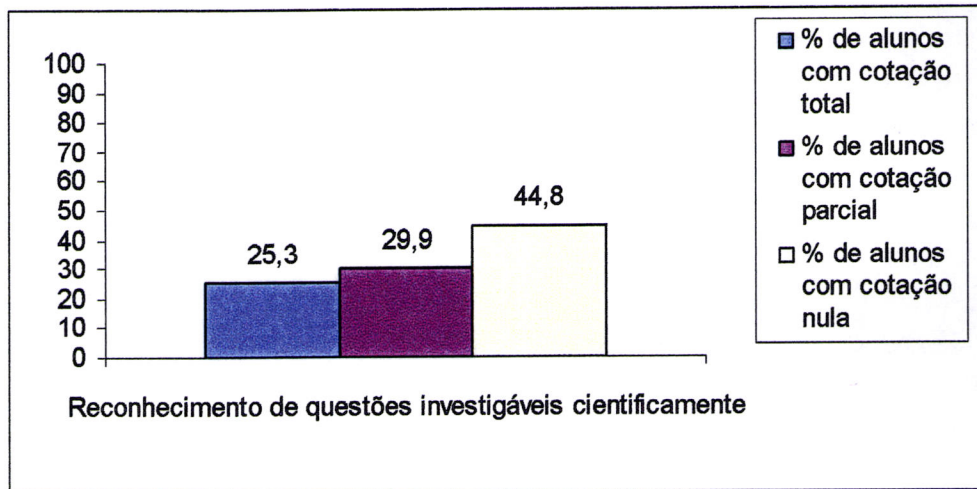


Figura 21. Questão 4 – Distribuição das frequências de respostas (em percentagem).

O desempenho dos alunos nesta questão, considerada de dificuldade intermédia, foi fraco, já que apenas 25,3% dos estudantes responderam correctamente, 29,9% tiveram a resposta parcialmente correcta e os restantes 44,8% obtiveram cotação nula.

Na Figura 22 apresentamos os resultados (em percentagem) de respostas que obtiveram cotação nula e a percentagem de respostas com cotação, em relação à cotação total de cada questão.

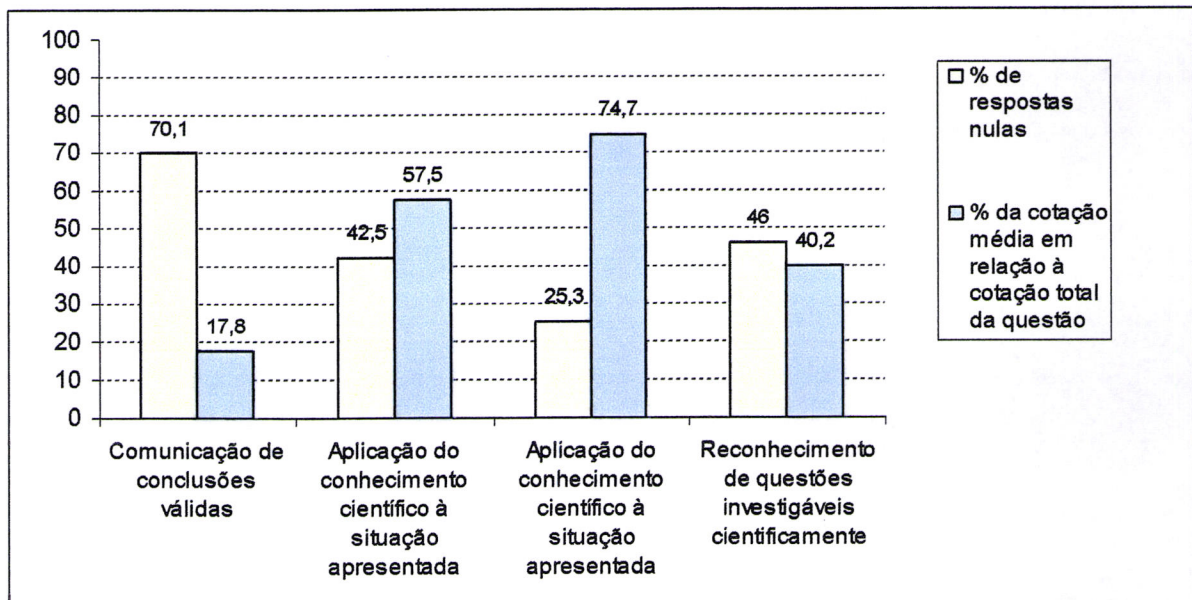


Figura 22. Frequências (em percentagem) de respostas nulas e de respostas cotadas.

Os resultados apontam para uma relação entre o nível de dificuldade da questão e o sucesso alcançado. Na verdade, os piores resultados ocorreram na questão difícil (questão 1) e os melhores resultados na questão fácil (questão 3); as duas questões com nível de dificuldade intermédio (questões 2 e 4) registaram resultados razoáveis.

Na questão 1 (comunicação de conclusões válidas), 70,1% dos alunos obtiveram cotação zero e a percentagem de respostas cotadas foi de apenas 17,8%. As questões 2 e 4, apesar de terem o mesmo nível de dificuldade, exigem competências diferentes, o que poderá justificar as diferenças encontradas. Na questão 2, que requer aplicação de conhecimento científico à situação apresentada, a percentagem da cotação média em relação à cotação total da questão foi de 57,5%; e na questão 4, que requer o reconhecimento de questões investigáveis cientificamente, esta percentagem foi inferior (40,2%). Na questão 3, apenas um quarto dos alunos (25,3%) não conseguiu obter cotação e a percentagem da cotação média em relação à cotação total da questão foi de 74,7%, um resultado esperado, uma vez que se tratava de uma questão fácil.

2 – ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PRÉ-TESTE E NO PÓS-TESTE

No quadro seguinte apresentamos os resultados obtidos pelos dois grupos nos testes de literacia científica (pré-teste e pós-teste).

Quadro 85

Resultados Obtidos no Teste de Literacia Científica (pré-teste e pós-teste), nos Grupos Experimental e de Controlo

		COTAÇÕES em %					Média	DP
		Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Total		
GE	Pré-teste (n=55)	15,5	32,7	63,6	47,3	37,0	2,2	1,26
	Pós-teste (n=50)	38,0	58,0	39,0	78,0	44,0	2,6	1,51
GC	Pré-teste (n=43)	4,7	51,2	69,8	81,4	34,5	2,1	1,06
	Pós-teste (n=37)	32,4	56,8	70,3	67,6	37,8	2,3	1,19

Fazendo a comparação das médias inter-grupos, verifica-se que o grupo experimental registou melhores resultados que o grupo de controlo, nos dois testes. Porém, as diferenças encontradas entre os grupos, no pré-teste e no pós-teste, não são significativas (Pré-teste: $t(96) = 0,621$; $p = ,536$; Pós-teste: $t(85) = 1,232$; $p = ,221$).

Os resultados alcançados foram baixos, ficando aquém do ponto médio da escala (3). As médias no pré-teste variaram entre 2,1 e 2,2 e no pós-teste entre 2,3 e 2,6 verificando-se uma grande dispersão dos resultados, pois o desvio padrão registou valores superiores a 1.

Na Figura 23, apresentamos, para cada grupo, os resultados (em percentagem) obtidos nos dois testes.

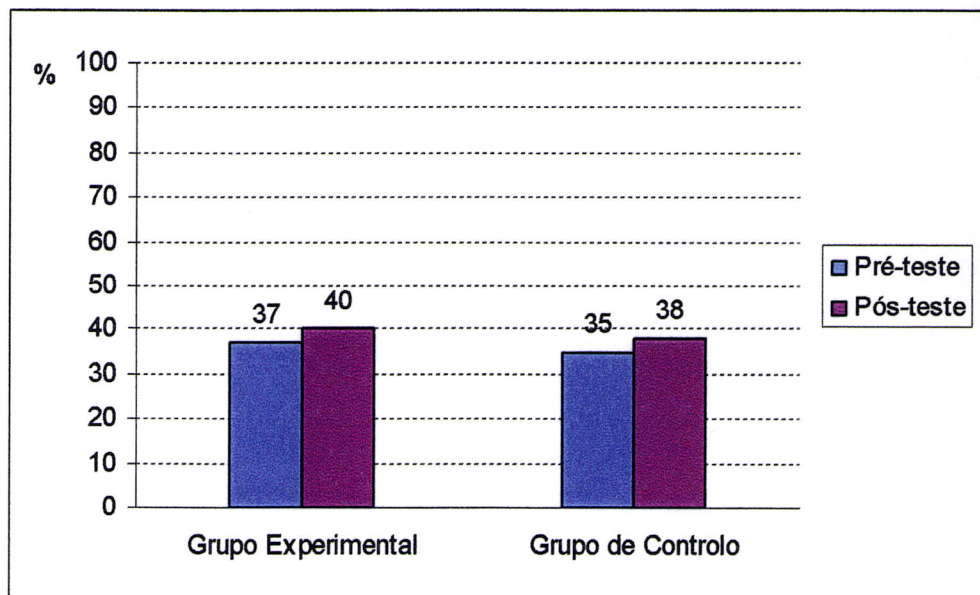


Figura 23. Percentagem da cotação média em relação à cotação total do teste de literacia científica.

Quando comparamos os resultados obtidos pelos grupos, no pré-teste e pós-teste, observa-se que ambos os grupos melhoraram o seu desempenho no pós-teste. Enquanto que o GE passou de uma cotação média de 37% para 40%, o GC passou de 35% para 38%, o que corresponde a uma subida de três pontos percentuais, em ambos os grupos. Contudo, comparação das médias com o *Teste t de Student* confirma que as diferenças entre o pré-teste e o pós-teste não são estatisticamente significativas em ambos os grupos (GE: $t(103) = -1,561$; $p = 0,122$; GC: $t(78) = -0,797$; $p = ,428$).

A apreciação global do desempenho dos alunos no teste de literacia científica é negativa, pois como se pode ver pela Figura 23, os resultados alcançados, em ambos os grupos foram muito baixos, relativamente à cotação total do teste. Estes resultados levam-nos a supor que os actuais currículos de ciências, fundamentados num paradigma de ensino centrado em competências, não estão a produzir os efeitos desejados nos alunos.

Apesar das práticas desenvolvidas pelos professores do grupo experimental apresentarem características favoráveis ao desenvolvimento de competências em literacia científica dos alunos, os resultados obtidos não nos permitiram confirmar a nossa 4.^a hipótese – “as práticas dos professores vão influenciar o desempenho em literacia científica dos alunos”. Na verdade as nossas expectativas em relação a esta hipótese eram muito baixas. Mesmo que a Acção de Formação tivesse efeitos positivos na prática dos professores, seria ingenuidade acreditar que, num curto espaço de tempo, fosse possível desenvolver nos alunos competências em literacia científica.

3 – ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PÓS-TESTE E DAS CLASSIFICAÇÕES DO FINAL DO 3.º PERÍODO

Tomando como ponto de partida a ideia de que o “o sucesso da educação não se mede na avaliação escolar” (Martins, 2002a, p. 9), procurámos testar se existe relação entre as classificações obtidas pelos alunos no final do 3.º Período e os resultados obtidos no teste de literacia científica, aplicado no final do ano (pós-teste). Nesta análise, considerámos apenas os resultados globais obtidos pelos grupos experimental e de controlo, no pós-teste.

No Quadro 86, apresentamos as classificações dos alunos no final do 3.º Período.

Quadro 86

Classificações das Turmas dos Grupos de Controlo e Experimental, no final do 3.º Período. Frequências Absolutas, Médias e Desvios Padrão

	CLASSIFICAÇÕES					Média	DP
	1	2	3	4	5		
GRUPO EXPERIMENTAL (n=55)	0	4	27	15	9	3,5	0,86
GRUPO DE CONTROLO (n=43)	0	0	9	18	17	4,2	0,76

Como se pode ver na tabela, o grupo de controlo obteve uma média significativamente mais alta que o grupo experimental. Comparadas as médias das classificações com o teste *t de Student*, verificamos que as diferenças entre os grupos são muito significativas [$t(96) = -4,14; p = ,000$].

No quadro seguinte, estão registados os resultados que os alunos obtiveram no pós-teste e as classificações obtidas no final do 3.º Período.

Quadro 87

Resultados do Pós-Teste e Classificações do 3.º Período. Frequências Absolutas, Médias, Desvios Padrão e Percentagem da Cotação Média, em Relação à Cotação Total do Teste

	Pós-teste				3.º Período			
	N	Média	DP	%	N	Média	DP	%
GRUPO EXPERIMENTAL	50	2,6	1,51	43,3	55	3,5	0,86	70,0
GRUPO DE CONTROLO	37	2,3	1,19	38,3	43	4,2	0,74	84,0

Como as escalas utilizadas no pós-teste e na classificação do 3.º Período são distintas, a comparação das médias obtidas pelos dois grupos é feita com base nas percentagens. Assim, a análise dos resultados dos alunos, no teste de literacia, revela que o grupo experimental apresenta um melhor desempenho que o grupo de controlo, respectivamente 43,3% e 38,3%. Contudo, a média das classificações do 3.º Período foi melhor no grupo de controlo, que no grupo experimental (84% e 70%, respectivamente).

Na análise de correlação (teste de Pearson) não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os resultados no teste de literacia científica (pós-teste) e as classificações do 3.º Período. No grupo experimental a correlação foi de 0,13 ($p = ,356$) e no grupo de controlo a correlação foi de 0,221 ($p = ,189$). Estes dados parecem confirmar a

ideia de que “mesmo os alunos com sucesso escolar em disciplinas científicas não são capazes de aplicar os conhecimentos adquiridos em contextos reais, de forma a tomarem decisões informadas no seu quotidiano” (Bárrios, 2002, p. 12).

Os dados, ainda que limitados pelo reduzido número de itens do questionário de literacia científica, tornam claro que a avaliação dos conhecimentos escolares não traduz o nível de literacia científica dos alunos, ou seja, muitos dos alunos que obtiveram classificações elevadas podem não possuir as competências necessárias, para se desenvolverem, de forma efectiva e activa, na sociedade a que pertencem.

Estes resultados têm, necessariamente, implicações no ensino das ciências e na formação de professores. As Orientações Curriculares parecem ter pouco impacto nas práticas docentes, os professores continuam a privilegiar o ensino livresco, a transmissão de conhecimentos já elaborados e a avaliação mede o nível de conhecimentos, premiando, muito provavelmente, os alunos que melhor reproduzirem a informação.

Ao nível da educação em ciência, impõe-se uma recontextualização das práticas, com uma adaptação das metodologias de ensino e de avaliação às novas exigências da aprendizagem da ciência, da tecnologia e das suas inter-relações com a sociedade e o ambiente. O desafio dos novos currículos não está na aquisição e compreensão de conceitos, mas sim na capacidade de usar os conhecimentos, na tomada de decisões e na resolução de problemas.

Porém, esta recontextualização só será possível com uma adequada formação de professores. Será necessário que estes se apropriem das novas orientações curriculares; que compreendam a importância dos novos conteúdos, dos novos objectivos e das finalidades da educação científica; e que interiorizem formas adequadas, válidas e fiáveis, para avaliação das competências em literacia científica. Estas condições são imprescindíveis, para os professores enfrentarem o desafio da formação de cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

No decurso de cada uma das etapas metodológicas do nosso estudo, elaboramos pequenas conclusões decorrentes da especificidade dos objectos de análise utilizados em cada uma das fases, que agora integramos para proporcionar, sobretudo, uma apreciação mais global e sistematizada do estudo realizado, fazendo referência às principais limitações, em relação a cada uma das fases do estudo.

Neste sentido, começamos por enunciar as conclusões retiradas de cada fase, para tentar a integração final, respondendo ao problema que serviu de ponto de partida para a investigação e às hipóteses formuladas. Contudo, não podemos deixar de registar que, apesar do cuidado e rigor que pusemos no estudo, as inferências e deduções realizadas são, naturalmente, questionáveis. Por outro lado, a generalização dos resultados não foi um objectivo a perseguir, pois o nosso interesse estava, sobretudo, em aprofundar a singularidade concreta em que se desenvolve a formação de professores de ciências, em particular de Biologia e Geologia e de Física e Química, na Universidade de Évora.

1.ª Fase. Estudo Exploratório

As conclusões mais pertinentes, referentes às concepções e atitudes dos professores envolvidos no estudo, obtidas através do inquérito por questionário, são as que a seguir se expõem:

- Os professores revelam concepções sobre os objectivos da educação em ciência, que se situam entre os paradigmas empirista e construtivista, valorizando não só objectivos que colocam ênfase na dimensão substantiva da ciência, mas também privilegiando objectivos que se referem às dimensões social e humana da ciência. Este facto permite inferir que a tradição academicista do ensino das ciências está muito presente nas concepções dos

professores e que a formação recebida não permitiu ultrapassar muitas destas concepções.

- Nas atitudes que os professores manifestam em relação à prática pedagógica, há que distinguir as que se relacionam com as experiências educativas das que se relacionam com a planificação.

As experiências educativas em que os professores revelam atitudes mais coerentes com o paradigma construtivista são as actividades de pesquisa e a resolução de problemas, duas propostas muito enfatizadas pela investigação educacional contemporânea. Apesar da intensa contestação às técnicas expositivas, estas continuam a ser muito valorizadas pelos professores. Em relação às actividades experimentais, podemos afirmar que, embora alguns indicadores se aproximem das correntes actuais preconizadas pela didáctica das ciências, existem fortes indícios de atitudes de sentido empirista/positivista. No que se refere às concepções alternativas, há indícios de que estas são valorizadas, mas não são trabalhadas numa perspectiva de mudança conceptual.

Assim, em relação às experiências educativas, podemos concluir que as atitudes se dividem entre uma perspectiva actual, fundamentada na epistemologia racionalista e numa didáctica construtivista, e uma perspectiva tradicional com fundamentos no empirismo. Por conseguinte, abundam as incoerências conceptuais e atitudinais. A par de uma aceitação e até, possivelmente, interiorização de perspectivas didácticas actuais, como a resolução de problemas, as concepções alternativas e as actividades de pesquisa, coexistem perspectivas tradicionais, como a exposição e as actividades experimentais de natureza empirista/indutivista. Estas fazem parte de um repertório adquirido e consolidado, ao longo de todo o percurso escolar dos professores, em relação ao qual a formação de professores não actuou, no sentido de promover a mudança conceptual e atitudinal.

Na planificação da acção pedagógica, os professores revelam não só algum conservadorismo na forma de planificar, mas também algumas atitudes que se inscrevem no paradigma construtivista, nomeadamente no que se refere à importância que atribuem à organização dos conteúdos, em função

das necessidades e interesses dos alunos, e à utilização de diferentes fontes de informação.

- A cultura em CTSA inclui as concepções sobre CTSA, o conhecimento de temas de CTSA e as fontes de conhecimentos de CTSA. Nas concepções sobre CTSA, os professores manifestam um quadro epistemológico muito próximo da ciência actual. Esta aproximação situa-se nos 75% para as concepções relacionadas com a tomada de decisões e com a interacção ciência-tecnologia-sociedade-ambiente; e nos 70%, para as concepções que se prendem com a natureza e desenvolvimento da ciência.

O conhecimento de temas de âmbito CTSA, tanto em aspectos mais relacionados com a sociedade, quer em aspectos ambientais, é insuficiente, se considerarmos que se trata de professores que têm uma formação científica. Com excepção do tema “Buraco do ozono”, em que 34% dos professores afirmam ter um conhecimento muito bom, nos restantes temas esta percentagem é sempre inferior. Apesar do nível médio de conhecimentos se situar no suficiente, os professores afirmam utilizar uma grande diversidade de fontes de informação, com particular incidência nas disciplinas científicas do curso, livros científicos, televisão, revistas científicas, manuais escolares e internet.

- A análise dos resultados referentes às variáveis independentes consideradas (curso, idade e género) não parecem estar ligadas às respostas dadas pelos professores, sendo mais fruto do acaso, do que determinadas por aquelas.

2.^a Fase. Estudo de Casos e Estudo Exploratório

A segunda fase do estudo teve, como eixo principal, a concepção e implementação de uma Acção de Formação/Reflexão que foi avaliada, a partir de quatro indicadores: a) a opinião manifestada pelos professores participantes; b) a mudança conceptual e atitudinal dos professores intervenientes; c) o impacto na prática pedagógica (planificações e acção pedagógica); d) o efeito em termos do desempenho em literacia científica, evidenciado pelos alunos. Apresentamos, em seguida, os resultados da análise de cada um dos indicadores.

A opinião dos estagiários que participaram na Acção de Formação/Reflexão aponta para o reconhecimento de um salto qualitativo na sua formação, ao nível da consciencialização das suas concepções e, conseqüentemente, ao nível das suas práticas.

A análise comparativa dos resultados alcançados nos questionários aplicados no início do ano lectivo (pré-teste) com os que foram aplicados no final do ano lectivo (pós-teste) não foram conclusivos, as diferenças encontradas surgem como uma consequência do acaso e não da Acção de Formação/Reflexão. Neste sentido, podemos concluir que a Acção de Formação/Reflexão não contribuiu para mudar as concepções e atitudes dos professores. Na verdade, as expectativas nunca foram muito elevadas, pois “um processo de mudança é sempre um lento caminhar no sentido da maturação de ideias, de atitudes e de comportamentos” (Praia, 1991, p. 548), que exige tempo. É de salientar que a tendência conceptual e atitudinal que prevalece em ambos os grupos se situa entre os paradigmas empirista e construtivista, confirmando os resultados obtidos no estudo exploratório.

Ainda que, do ponto de vista conceptual, os professores dos dois grupos revelem tendências epistemológicas e didácticas pouco coerentes com o paradigma teórico de ensino mais aceite actualmente, do ponto de vista das planificações e da prática pedagógica, apenas os professores do grupo de controlo confirmaram esta tendência, os professores do grupo experimental, na generalidade, aproximaram-se mais de uma perspectiva racionalista/construtivista. Quer as planificações, quer a prática lectiva dos professores que participaram na Acção, são mais coerentes com as novas orientações sociológicas, psicológicas e pedagógicas, preconizadas nas Orientações Curriculares para o ensino das ciências, que as planificações e práticas dos professores que não participaram na Acção. Por conseguinte, esta parece ter tido consequências positivas, nas práticas destes professores.

Quanto ao efeito da Acção de Formação/Reflexão no desempenho em literacia científica dos alunos, os resultados do questionário aplicado aos alunos dos dois grupos, em dois momentos, antes e depois da intervenção, não permitiram concluir que as práticas dos professores do grupo experimental tenham contribuído para incrementar o seu nível de desempenho em literacia científica.

No que concerne ao problema formulado, a resposta sintética que emerge da análise feita é que a formação inicial de professores de ciências (Biologia e Geologia e Física e Química) não parece estar a preparar professores capazes de responder ao desafio de um

currículo de ciências que visa desenvolver nos alunos competências em literacia científica. As concepções e atitudes dos professores investigados, no que se refere aos objectivos da educação em ciência, à prática pedagógica e à cultura em CTSA, caracterizam-se por uma tendência tradicionalista/construtivista, resultado da convergência de perspectivas de forte sentido empirista/positivista, com perspectivas de pendor racionalista/construtivista. Por conseguinte, são frequentes as concepções e atitudes conflituais.

Os resultados obtidos permitiram-nos a confirmação de duas hipóteses: “as práticas pedagógicas dos professores estagiários e as suas concepções sobre desenvolvimento curricular, não estão, em grande parte, de acordo com as novas orientações curriculares para o ensino das ciências” e “os professores estagiários apresentam défice de cultura CTSA: possuem conhecimentos insuficientes em temáticas actuais e revelam concepções e práticas pouco coerentes com as correntes actuais da filosofia e sociologia da ciência”.

O nosso estudo veio, assim, corroborar numerosas investigações sobre o pensamento e as práticas dos professores de ciências, que atestam uma prevalência generalizada, a nível internacional, de concepções e práticas que reforçam o ensino tradicional, centrado na aquisição de conhecimento factual, leis, teorias e princípios, que não se coadunam com as novas exigências curriculares (Marrero, 1993; Hurd, 1998; Millar, Osborne e Nott, 1998; Porlán Ariza, 1998; Chagas, s.d.; NRC, 2000). Em parte, tais concepções e práticas decorrem não apenas de representações sociais e do peso da tradição, mas também da incapacidade dos actuais modelos de formação de professores, assentes numa lógica de racionalidade técnica, responderem aos novos desafios da educação em ciência, integrando metodologias e estratégias de formação capazes de desenvolverem nos professores em formação as mesmas competências que supostamente estes devem desenvolver nos seus alunos. Põe-se assim, em evidência a necessidade de uma reconceptualização da formação de professores, que considere tanto as concepções sobre o conteúdo conceptual (qualquer conceito científico incluído no currículo das disciplinas escolares), como as concepções pedagógico-didáticas (sobre o quê e como ensinar um conteúdo concreto de ciências) (Martínez Aznar *et al.*, 2001).

Relativamente à terceira hipótese, os resultados não nos permitiram efectuar uma interpretação conclusiva. A Acção de Formação/Reflexão não surtiu os resultados desejado. Apesar do grupo experimental, sujeito à Acção, revelar um melhor desempenho, tanto ao

nível da planificação, como ao nível da prática pedagógica, não podemos afirmar com segurança que tenha sido uma consequência da Acção. Por outro lado, os resultados do questionário para detectar concepções e atitudes dos professores também não revelaram mudanças conceptuais e atitudinais significativas, entre o pré-teste e o pós-teste, o que confirma que a mudança conceptual e atitudinal é lenta, precisando de mais tempo para se efectivar.

Do mesmo modo, também não nos foi possível encontrar evidências que nos permitissem confirmar, com segurança, a hipótese de que “as práticas dos professores vão influenciar o desempenho em literacia científica dos alunos”. Com efeito, não se registaram diferenças significativas entre os resultados alcançados pelos dois grupos (experimental e de controlo) no pré-teste e pós-teste. Porém, há uma conclusão que importa sublinhar, é que as classificações obtidas pelos alunos no final do 3.º Período não se relacionam com os resultados alcançados no teste de literacia científica. Quer isto dizer, que a avaliação escolar dos alunos não reflecte o seu nível de desempenho em literacia científica. Pelo facto das classificações serem, em média, muito superiores aos resultados do teste de literacia científica, podemos inferir que a avaliação dos alunos privilegia outras dimensões da ciência.

As limitações da Investigação

Apesar dos objectivos que nos propusemos terem sido alcançados e algumas das hipóteses confirmadas, não podemos deixar de salientar que os resultados obtidos, sobretudo na segunda fase do estudo, ficaram aquém das nossas expectativas. As causas poderão ser explicadas à luz das fragilidades do estudo, que passamos a explicitar.

Em relação ao questionário aplicado aos professores, para além das limitações inerentes à própria natureza do instrumento, o facto deste ter sido utilizado para detectar concepções, por si só, apresenta limitações, tanto no que diz respeito às potencialidades no momento de reflectir sobre os dados obtidos, como na interpretação que os inquiridos fazem das questões e dos itens; como também na estrutura adoptada na elaboração de dimensões, categorias e número de itens colocados (Mellado Jiménez, 1996). Por outro lado, a classificação dos itens, em positivos e negativos, apesar de seguir critérios rigorosos, é sempre um processo subjectivo, na medida em que a leitura que é feita de cada item pode

suscitar diferentes interpretações. Também os instrumentos de análise construídos exigiram tomadas de decisões, quer ao nível das categorias criadas, quer ao nível dos itens incluídos em cada categoria, que são portadoras de lógicas internas próprias que produzem olhares específicos, gerando leituras pessoais, e por isso, subjectivas.

A estas limitações do questionário há que acrescentar que os valores de Alfa, que providenciam, em geral, uma boa estimativa da fiabilidade do teste, foram baixos para algumas das variáveis criadas, apesar do valor de alfa obtido para a escala total ser bom (alfa = 0,8564).

Na segunda fase do nosso estudo, deparámos com limitações de vária ordem. Relativamente à Acção de Formação/Reflexão a principal condicionante foi o factor tempo. Devido ao pouco tempo disponibilizado pelos estagiários, houve necessidade de recorrer a estratégias baseadas na análise e reflexão sobre materiais curriculares previamente produzidos. Contudo, uma Acção desta natureza requer mais tempo e um maior envolvimento dos intervenientes, nomeadamente através da produção e construção dos materiais curriculares.

No que se refere à análise das planificações e da observação da acção pedagógica, o facto de termos considerado, como objecto de estudo, apenas uma unidade didáctica constituiu uma limitação importante, pois só permitiu avaliar o desempenho dos professores, relativamente a algumas das dimensões do currículo. Neste caso, ficaram de fora muitos aspectos curriculares importantes, como por exemplo, os que se referem às actividades experimentais e os que têm a ver com a história e epistemologia da ciência.

Apesar das planificações e da prática lectiva dos professores do grupo experimental estarem mais próximas do nosso quadro teórico, que as do grupo de controlo. Não podemos, contudo, afirmar que a postura dos professores do grupo experimental resultou da Acção de Formação/Reflexão a que foram sujeitos. Como não fizemos análise de planificações e observação de aulas antes da intervenção, não sabemos qual o nível de partida destes professores e, por conseguinte, desconhecemos se a sua postura foi influenciada pela Acção. Neste caso, um estudo longitudinal das planificações e da acção pedagógica dos professores, desde o início do ano lectivo, teria sido a opção, se não estivéssemos limitados pelo tempo.

Por outro lado, este estudo longitudinal também seria útil, para se poder relacionar o desempenho dos alunos no teste de literacia científica com as práticas desenvolvidas pelos

professores. No caso específico do grupo experimental, cuja planificação e prática pedagógica se mostrou favorável ao desenvolvimento de competências nos alunos, verificou-se que estes tiveram, no teste de literacia científica, resultados similares ao do grupo de controlo. Este facto pode ser explicado pela impossibilidade de desenvolver competências, num curto espaço de tempo. Todavia, só um estudo longitudinal poderia ajudar a compreender esta situação.

Para além destes condicionalismos, importa referir que os factores contextuais, como o número de alunos por turma e o tempo disponível para abordar a unidade de ensino, foram muito distintos nos dois grupos. Enquanto que o grupo experimental trabalhou com turmas de treze e catorze alunos e dispôs de três aulas para abordar a unidade de ensino, o grupo de controlo trabalhou com turmas de dezoito e vinte e seis alunos e dispôs de oito aulas. Considerando que as situações contextuais ditam e orientam tomadas de decisões e acções diferenciadas, as diferenças entre os dois grupos poderão ser, em parte, atribuídas aos factores contextuais e não propriamente a tomadas de decisão pedagogicamente fundamentadas.

Quanto aos instrumentos, para além do questionário de identificação das concepções e atitudes dos professores, cujas limitações já referimos, o questionário para identificar as competências em literacia científica dos alunos apresenta, como principal limitação, o número reduzido de itens que apenas permitiu testar três tipos de competências (“comunicação de conclusões válidas”, “aplicação de conhecimento científico a uma situação dada” e “reconhecimento de questões investigáveis cientificamente”), que consideramos insuficiente. No entanto, como já referimos anteriormente, pretendemos utilizar o mesmo instrumento aplicado no PISA 2000. Face aos itens a que tivemos acesso, houve necessidade de seleccionar aqueles que seriam mais adequados para o nosso estudo, cujas razões foram apresentadas anteriormente.

Acreditamos que, pese embora as limitações do estudo, a natureza diferente dos dados obtidos pelas diversas técnicas utilizadas proporcionou, através da triangulação das diferentes fontes, critérios de validade. Por outro lado, a utilização integrada de instrumentos quantitativos e qualitativos permitiu compensar algumas das limitações inerentes a cada um destes procedimentos. Além disso, se considerarmos que a validade é medida, não pelo grau de generalização, mas sim em relação ao grau de eficiência e capacidade explicativa na

tentativa de resolução do problema em estudo (Praia, 1995), pensamos que o nosso estudo foi positivo.

Resta-nos acrescentar que mais do que, confirmar hipóteses ou apresentar resultados, consideramos que o importante neste estudo foi a tomada de consciência das exigências de um currículo do ensino básico centrado no desenvolvimento de competências em literacia científica e é poder contribuir, de maneira fundamentada, para a consciencialização da necessidade de transformar a formação inicial de professores, num processo com efectiva influência no desenvolvimento das suas concepções e saberes, que promova a formação de profissionais autónomos, críticos, inovadores, reflexivos e investigadores.

Sabemos que a mudança não é fácil. Se, por um lado, a investigação avança mais rapidamente que a prática (Gimeno Sacristán, 1991), por outro, enquanto que no campo científico as descobertas demoram pouco a ser aplicadas, no campo da educação as descobertas podem demorar décadas para ser aplicadas (Sanmartí e Izquierdo, 1997). Na verdade, em educação, as reformas são de difícil realização, na medida em que operam em sistemas que aprenderam a resistir à mudança ou a desconfiar dela (OCDE, 1989).

A complexidade do objecto de estudo – formação de professores – e o facto de ser uma investigação não apenas sobre os professores, mas também com os professores, levanta dificuldades que permitem antever a necessidade de outros estudos mais profundos e abrangentes.

Porque todo o caminho de chegada constitui um novo ponto de partida, as conclusões a que chegámos neste estudo não são mais do que hipóteses de trabalho, para guiar posteriores investigações que analisem com mais detalhe os aspectos abordados de forma geral, neste trabalho.

Apresentam-se, por isso, algumas propostas de estudos a desenvolver que, em nossa opinião, poderão contribuir para uma maior compreensão da problemática da formação inicial de professores, no sentido de responder aos actuais desafios dos currículos de ciências.

- Acompanhar o processo de formação, ao longo do ano de estágio, no sentido de recolher indicadores que permitam identificar, com maior rigor e profundidade, as limitações e dificuldades dos estagiários.

- Analisar o currículo de formação de professores, inclusive os programas das disciplinas das componentes científica e educacional, a fim de identificar lacunas existentes.
- Desenvolver e aplicar (a professores e alunos) instrumentos de avaliação das competências em literacia científica.
- Investigar sobre os instrumentos utilizados na avaliação dos alunos, a fim de esclarecer, se as classificações destes reflectem competências em literacia científica ou apenas conhecimentos académicos.

CAPÍTULO 9

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS

Neste capítulo, tecemos algumas considerações e implicações educacionais (recomendações) na formação inicial de professores, em referência ao quadro conceptual que guiou o nosso estudo.

O desenvolvimento teórico deste estudo foi estruturado, tendo em vista proporcionar uma visão abrangente da problemática da formação inicial de professores, com particular incidência no quadro das actuais Orientações Curriculares para o ensino das ciências.

Quanto à parte empírica do trabalho, que teve como objectivo averiguar em que medida a formação inicial de professores de ciências, na Universidade de Évora, está a preparar profissionais capazes de responder aos desafios dos actuais currículos do ensino básico, importa referir que não pretendemos rotular os professores de empiristas ou construtivistas, mas antes caracterizar a sua performance profissional, no sentido de identificar necessidades de formação que constituam pontos de intervenção na formação de professores.

Procurámos fazer uma análise objectiva da problemática da formação inicial de professores, a partir das concepções e atitudes de professores estagiários, na tentativa de encontrar vias de solução susceptíveis de contribuir para uma melhoria do sistema de formação inicial de professores.

Assinalámos algumas das suas principais deficiências e lacunas, salientámos o que considerávamos adequado e esboçámos um certo número de sugestões que consideramos apropriadas, com vista à organização de um sistema de formação inicial de professores que corresponda às exigências das condições do exercício profissional, no presente e num futuro próximo, e que contribua para o desenvolvimento profissional dos professores e para a melhoria da qualidade da educação. Contudo, é necessário prosseguir com a investigação “sobre os professores e com os professores”, na procura de vias que concorram para uma renovação dos sistemas de formação. As investigações educacionais realizadas noutros

países são, sem dúvida, importantes, mas não dispensam a investigação sobre a realidade educativa no nosso país, dada a inevitável contextualização sócio-cultural desta realidade (Campos, 1995).

Apesar dos resultados da investigação educacional, realizada em Portugal e noutros países, apontar para a necessidade da formação de professores seguir princípios investigativos e construtivistas, a metodologia predominante continua a ser transmissiva. A renovação dos sistemas de formação inicial impõem, na expressão de Bachelard, uma ruptura epistemológica e, no dizer de Kuhn, a necessidade da construção de um novo paradigma que se constitua em resposta às novas exigências da educação em ciência. Na verdade, o grande desafio que se coloca à formação inicial de professores é “garantir, por um lado, a conservação e a reprodução da organização vigente, e por outro lado, a introdução do fermento da inovação e da conseqüente renovação das estruturas organizacionais da profissão, de forma a que a mesma seja capaz de acompanhar o evoluir sócio-cultural da sociedade onde se insere” (Trindade, 1996c, p. 77).

De acordo com o nosso estudo, o problema dos currículos de formação de professores de ciências constitui uma das áreas prioritárias de intervenção, os professores revelam concepções e atitudes inadequadas, tanto ao nível dos objectivos da educação em ciência, como das atitudes em relação à prática pedagógica e, ainda, no que se refere à cultura em CTSA. A alteração dessas concepções e práticas passa por uma formação de professores adequada, assente em princípios construtivistas e em práticas investigativas e reflexivas.

É importante deixar claro que um currículo de competências não pode ser visto com os mesmos olhos que um currículo de conteúdos e, por conseguinte, coloca novas exigências à formação de professores. Um currículo como o da escolaridade básica, que pretende desenvolver nos alunos competências em literacia científica, exige que os professores possuam essas competências bem desenvolvidas. Uma pessoa não pode ajudar outra a desenvolver aquilo que ela própria não tem bem desenvolvido. Nesta conformidade, pensamos que é extremamente importante que, num currículo de formação de professores de ciências seja contemplada a necessidade do formando passar, ele próprio, por experiências formativas que promovam o desenvolvimento destas competências. Por conseguinte, é

urgente intervir, pois não se pode esperar que os futuros professores desenvolvam nos alunos as competências em literacia científica, se não tiverem uma formação nesse sentido.

Assim, tendo presente o desafio do currículo de ciências centrado em competências em literacia científica, organizámos as considerações finais e implicações nas três dimensões estruturantes do ensino das ciências e que constituíram o eixo do nosso estudo: objectivos da educação em ciência, prática pedagógica e cultura em CTSA. As considerações que tecemos sobre cada uma das dimensões pretendem ser propostas de trabalho a desenvolver ao nível da Didáctica das Ciências.

Objectivos da educação em ciência

O desenvolvimento de competências em literacia científica exige que os objectivos da educação em ciência sejam multidimensionais, incluindo objectivos cognitivos, processuais e atitudinais, que requerem uma definição clara e coerente com as competências gerais, os conteúdos curriculares e as experiências educativas. Neste sentido, é fundamental promover a reflexão e análise dos currículos escolares de ciências e aprofundar o significado e alcance das competências gerais e específicas enunciadas, para que a acção pedagógica tenha em vista o desenvolvimento das competências, servindo-se dos conteúdos como meios e não como fins, como tradicionalmente se faz.

Prática pedagógica

As experiências educativas referenciadas nas orientações curriculares da área de Ciências Físicas e Naturais apontam para uma prática pedagógica centrada no aluno, como construtor do conhecimento, que promova o desenvolvimento de capacidades, competências e atitudes. Estas experiências devem ser estimulantes, diversificadas, propícias a aprendizagens integradoras, significativas, diversificadas e globalizadoras. A concretização destas orientações tem subjacente uma nova concepção de professor, pois este já não é um transmissor, mas um orientador, já não é aquele que ensina, mas o que cria as condições para que os alunos aprendam activamente, isto é, que construam o seu próprio conhecimento.

Neste sentido, a formação de professores deve colocar ênfase em diversos aspectos:

1. Abordagens que incentivem a argumentação, o questionamento, o debate, a reflexão, a tomada de decisões, a pesquisa de informação e a resolução de problemas.

2. Diversificação de estratégias e actividades que mobilizem diferentes competências.
3. Diferenciação dos instrumentos de avaliação que permitam a avaliação de saberes e competências.
4. Conhecimento aprofundado dos conteúdos curriculares, com vista a uma selecção criteriosa dos conteúdos e processos mais relevantes e adequados aos objectivos e competências que se pretende alcançar.
5. Elaboração de esquemas conceptuais que fundamentem a sequencia e integração dos conteúdos.
6. Reflexão sobre os conteúdos escolares que o futuro professor irá leccionar e sobre o que os alunos sabem e podem aprender, no sentido de realizar a transposição didáctica que permita elaborar conhecimento escolar a partir do conhecimento científico e quotidiano.
7. Articulação interdisciplinar que permita a integração dos saberes das diferentes disciplinas.
8. Incorporação de problemas relativos ao desenho e desenvolvimento do currículo escolar, no sentido de promover a construção de um conhecimento profissional significativo e rigoroso, próximo da realidade escolar.
9. Análise crítica de manuais escolares, para apresentar propostas complementares e/ou alternativas às aí referidas.
10. Articulação eficaz entre a investigação e a prática pedagógica, através do desenvolvimento de projectos de investigação-acção.

Cultura em CTSA

A cultura em CTSA diz respeito aos conhecimentos relacionados com a construção do conhecimento, com a história da ciência, com a compreensão das implicações sociais e ambientais da ciência e tecnologia e com o conhecimento actualizado de temáticas que envolvem a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. O reforço das vertentes epistemológica, sociológica e histórica da ciência são requisitos para a transformação do actual panorama do ensino das ciências.

Esta cultura exige:

1. Reflexão sobre questões epistemológicas relacionadas com o conhecimento científico e com o conhecimento quotidiano dos alunos, não só na perspectiva da sua utilização didáctica, mas também da sua natureza epistemológica e sua relação com outras formas de conhecimento.
2. Exemplificação de casos concretos que sirvam para promover debates, ilustrando não só as potencialidades e limites da ciência e tecnologia, mas também as suas implicações sociais e ambientais.
3. Elaboração de propostas concretas de actividades experimentais, fundamentadas em perspectivas construtivistas que rompam com as orientações dogmáticas de verdades definitivas, em que o professor partilhe as suas dúvidas com os alunos, aumentando a competência para discutir problemas científicos que melhorem a imagem da ciência.
4. Pesquisa e selecção criteriosa de documentos que abordem aspectos da história da ciência, que mostrem outras dimensões da ciência e uma outra visão da construção e do trabalho científico e que clarifiquem as interacções entre ciência, tecnologia e sociedade.
5. Contextualização dos conteúdos, atribuindo maior relevância a situações do quotidiano, com ênfase em temáticas CTSA, para que os alunos percepcionem que os saberes escolares são necessários no dia-a-dia, fomentando simultaneamente uma atitude mais positiva para com a aprendizagem da ciência.

Bybee (1997) afirma que:

precisamos de cientistas que compreendam as subtilezas de conceitos-chave; investigadores que compreendam a dinâmica de aprendizagem; de especialistas em desenvolvimento curricular que compreendam as complexidades de criar materiais didácticos; de especialistas em avaliação que compreendam os problemas de identificar realizações dos estudantes; ... e de professores que compreendam as questões de ensino e de aprendizagem nas suas sala de aula. (pp. 223-224)

Para que os professores adquiram esta compreensão, a formação teórica por si só não chega. Pode possuir-se muitos conhecimentos científicos, de epistemologia e de sociologia da ciência, mas não se ser capaz de aplicá-los adequadamente no contexto didáctico. Neste sentido, compete à Didáctica das Ciências mobilizar os conhecimentos provenientes da

investigação educacional, aceites e legitimados pela comunidade científica, criando contextos em que os futuros professores tenham oportunidade de reflectir sobre as suas concepções, de discutir estratégias e de construir materiais curriculares diversos, teoricamente fundamentados, num trabalho colaborativo apoiado na reflexão conjunta.

Por último, queremos manifestar o desejo que este trabalho contribua para a transformação das nossas próprias práticas na formação de professores, melhorando o nosso saber profissional e o dos professores em formação. Esperamos também que este trabalho seja útil para o debate sobre a formação inicial de professores.

Terminamos o nosso trabalho com uma citação de Popper (1989) que traduz aquilo que sentimos,

a solução de qualquer problema origina novos problemas à espera de solução. Estes novos problemas são tanto mais interessantes quanto mais difícil o problema original e quanto mais ousada a tentativa de solução. Quanto mais vamos sabendo sobre o universo quanto mais aprofundamos o nosso saber, tanto mais consciente, nítida e firmemente se esboça o nosso saber sobre aquilo que não sabemos, o nosso saber sobre a nossa ignorância. (p.58)

REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M. V. (1974). Acerca da formação psicopedagógica dos professores do ensino secundário. *Revista portuguesa de pedagogia*, VI, 3-54.
- Acevedo Díaz, J. A. (1993a). Qué piensan los estudiantes sobre la ciencia? Un enfoque CTS. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. IV Congreso, 11-12.
- Acevedo Díaz, J. 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.
- Acevedo Díaz, J. A. (1994). *Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. Un enfoque CTS*. Recuperado em 2004, Abril 23, de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo8.htm>
- Acevedo Díaz, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (1), 35-44.
- Acevedo Díaz, J. A. (2004a). *La formación del profesorado de enseñanza secundaria para la educación CTS. Una cuestión problemática*. Recuperado em 2004, Fevereiro 18, de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>
- Acevedo Díaz, J. A. (2004b). Tres criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. *Revista Iberoamericana de educación*. Recuperado em 2004, Fevereiro 18, de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo12.htm>
- Acevedo Díaz, J. A.; Acevedo Romero, P.; Manassero Mas, M. A. & Vázquez Alonso, A. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de educación*. Recuperado em 2004, Abril 23, de <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>
- Acevedo Díaz, J. A. & Acevedo Romero, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria. *Revista Iberoamericana de educación*. Recuperado em 2004, Fevereiro 18, de <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/244Acevedo.PDF>
- Acevedo Díaz, J. A., Vázquez Alonso, A. & Manassero Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2 (2). Recuperado em 2004, Abril 23, de <http://www.campus-oei.org/cts/ctseduccion.htm>
- Afonso, N. (1994). Formação de professores e carreira docente. *Inovação*, 7, 13-22.
- Afonso, N. (2002). A avaliação da formação de educadores de infância e professores dos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico. In N. Afonso e R. Canário, *Estudos sobre a situação da formação inicial de professores*. Porto: Porto Editora, 9-36.

- Aguirre, J. M.; Haggerty, S. M. & Linder, C. J. (1990). Student-teacher's conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education. *Internacional journal of science education*, 12 (4), 381-390.
- Aikenhead, G. (2002). *Renegotiating the culture of school science: scientific literacy for informed public*. Conferência comemorativa dos 30 anos de formação de professores. Centro de Investigação em Educação. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Alarcão, I. (1996). Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schön e os programas de formação de professores. In I. Alarcão (Org.), *Formação reflexiva de professores. Estratégias de supervisão*. Porto: Porto Editora, 7-39.
- Alarcão, I. (2001). Professor-investigador. Que sentido? Que formação? In B. P. Campos (Org.), *Formação profissional de professores no ensino superior*. Porto: Porto Editora, 21-30.
- Alarcão, I & Tavares, J. (2003). *Supervisão da prática pedagógica. Uma perspectiva de desenvolvimento e aprendizagem* (2.^a ed.). Coimbra: Livraria Almedina.
- Almeida, J. F. & Pinto, J. M. (1986). Da teoria à investigação empírica. Problemas metodológicos gerais. In A. S. Silva e J. M. Pinto (Orgs.), *Metodologia das ciências sociais* (8.^a ed.). Porto: Edições Afrontamento, 55-78.
- Álvarez Lires, M. (1999). La utilización de las ciencias y de las técnicas en la enseñanza y en la formación del profesorado. In S. García, C. Martínez, M. Mondelo e P. Veja (Org.), *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*. Coruña: Departamento de Pedagogía e Didáctica das Ciências Experimentais da Universidade da Coruña, 629-638.
- Álvarez, V. R., García, E. J. & Gil, J. F. (1999). La calidad de la enseñanza universitaria desde la perspectiva de los profesores mejor valorados por los alumnos. *Revista de Educación*, 319, 273-290.
- Amiel-Lebigre, F. & Pichot, P. (1978). Psychopathologie de la fonction enseignante. In M. Debesse e G. Mialaret (Eds.). *Traité des sciences pédagogiques*, 7. Paris: PUF.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989). *Science for all Americans (Project 2061)*. Washington, DC: Autor.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1990). *The liberal art of science: agenda for action*. Washington, DC: Autor.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). *Benchmarks for science literacy (Project 2061)*. New York: Oxford University Press.
- Amiguiño, A. (1992). *Viver a formação. Construir a mudança*. Lisboa: Educa, Instituto das Comunidades Educativas.

- Anderson, C. W. (1989). Policy implications of research on science teaching and teachers' knowledge. In *Competing vision of teachers knowledge, east lansing national center for research on teacher education*, 1-28.
- Astolfi, J. P. (1998). Desarrollar un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (3), 375-385.
- Astolfi, J. P. & Develay, M. (1990). *A didáctica das ciências*. Campinas SP: Papirus. (Trabalho original em francês publicado em 1989)
- Ávila, P.; Gravito, A. P. & Vala, J: (2000). Cultura científica e crenças sobre ciência. In M. E. Gonçalves (Org.), *Cultura científica e participação pública*. Oeiras: Celta Editora, 19-31.
- Ávila, P. & Castro, P. (s.d). *Contributos para uma análise e reformulação do inquérito à cultura científica dos portugueses*. Recuperado em 2004, Janeiro 4, de <http://www.oces.mces.pt/docs/doc3/lang1/HTML/contributos/contributos/index.htm>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1991). *Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo* (2ª ed.). México: Trillas. (Trabalho original em inglês publicado em 1968)
- Azevedo, M. (2004). *Teses, relatórios e trabalhos escolares* (4.ª ed.). Lisboa: Universidade Católica Portuguesa Editora.
- Baird, J. R.; Fensham, P. J.; Gunstone, R. F. & White, R. T. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of research in science teaching*, 28 (2), 163-182.
- Ballenilla, F. (1992). El cambio de modelo didáctico, un proceso complejo. *Investigación en la escuela*, 18, 43-68.
- Barberá, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Barbosa, M. V., Carmo, J. M., Cruz, M. N., Pereira, M. P. & Guimarães, H. M. (1989). O ensino das ciências no 3.º ciclo da escolaridade básica. Algumas reflexões. *Revista CTS*, 7/8, 74-87.
- Bardin, L. (1991). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70. (Trabalho original em francês publicado em 1977)
- Barquín, J. (1991). La evolución del pensamiento del profesor. *Revista de educación*, 294, 254-274.
- Bárrios, A. (2002). Literacia científica: dos mitos às propostas. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 11-15.

- Bárrios, A. G., Pedro, M. H., Almeida, A., Grais, F & Peneda, D. (2002). Condições e práticas do ensino das Ciências da Natureza na educação básica. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 124-133.
- Bastos, F. (1998). História da ciência e pesquisa em ensino de ciências. In R. Nardi (Org.), *Questões atuais no ensino de ciências*. S. Paulo: Escrituras.
- Benavente, A (Coord.) (1996). *A literacia em Portugal. Resultados de uma pesquisa extensiva e monográfica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Bernal Martínez, J. M. & Viñao Frago, A. (2001). Investigar la historia del currículum de ciencias ¿reto de la didáctica de las ciencias en el siglo XXI. *Enseñanza de las ciencias*, Número extra. VI Congreso, 89-90.
- Bernstein, B. (1975). *Langage et classes sociales*. Paris: Ed. Minuit.
- Bettencourt, A.; Campos, J. & Fragateiro, L. (1999). *Educação para a Cidadania*. Lisboa: Comissão para a Igualdade e para os Direitos das Mulheres.
- Bisquerra, R. (1996). *Metodos de investigacion educativa: guia pratico* (2.ª ed.). Barcelona: Ediciones Ceac.
- Blanco, E. & Pacheco, J. A. (1991). O pensamento do professor, contributos para a formação de professores. In Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, *Ciências da Educação em Portugal: situação actual e perspectivas*. Porto: SPCE, 593-601.
- Blanco Nieto, L; Mellado Jiménez, V. & Ruiz Macías, C. (1995). Conocimiento didáctico del contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación del profesorado. *Revista de educación*, 307, 427-446.
- Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative research for education. An introduction to theory and methods* (2.ª ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Bonito, J. (2001). *As actividades práticas no ensino das geociências: um estudo que procura a conceptualização*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Book, C. & Freeman, D. (1986). Differences in entry characteristics of elementary and secondary teachers candidates. *Journal of teacher education*, 37 (2), 47-51.
- Braga, F. (2001). *Formação de professores e identidade profissional*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Braga da Cruz, M. *et al.* (1988). A situação do professor em Portugal (Relatório da Comissão criada pelo Despacho 114/ME/88 do Ministro da Educação). *Análise social*, separata do n.º 103-104, 7-22.
- Brickhouse, N. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of teachers education*, 41 (3), 53-62.

- Briscoe, C. (1991). The dynamic interactions among beliefs. A case study of teachers change. *Science education*, 72 (2), 185-199.
- Bullaude, M. E. & Morán, J. A. (2001). El perfil del docente universitario. *Enseñanza de las ciencias*, Número extra, VI Congreso, 461-462.
- Bunge, M. (1985). *Seudociencia e Ideología*. Madrid: Alianza Editorial.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practice*. Portsmouth: Heinemann.
- Caballero Sahelices, C., Garcia Melús, C., Meneses Villagrà, J. A., Pardo Lomas, M. C. & Preciado San Miguel, M. T. (1999). Evolución de las concepciones de los futuros docentes sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales mediante el desarrollo de un curso de aptitud pedagógica. In S. García, C. Martínez, M. Mondelo e P. Veja (Org.), *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*. Coruña: Departamento de Pedagogia e Didáctica das Ciências Experimentais da Universidade da Coruña, 103-114.
- Cachapuz, F. (1986). *Articulação investigação educacional/práticas educativas: problemática e perspectiva*. Lisboa: GEP/MEC.
- Cachapuz, A (1995a). O ensino das ciências para a excelência da aprendizagem. In A. D. Carvalho (Org.), *Novas metodologias em educação*. Porto: Porto Editora, 349-385.
- Cachapuz, A. (1995b). Da investigação sobre e para os professores à investigação com e pelos professores de ciências. In L. J. Blanco Nieto e V. Mellado Jiménez (Coord.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. Badajoz: Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la Universidad de Extremadura, 243-254.
- Cachapuz, A. (Org.) (2000). *Perspectivas de ensino*. Textos de apoio n.º1. Porto: Centro de estudos de educação em ciência.
- Cachapuz, A. (2001). Em defesa do aperfeiçoamento pedagógico dos docentes. In C Reimão (Coord.), *A formação pedagógica dos professores no ensino superior*. Lisboa: Edições Colibri, 55-61.
- Cachapuz, A.; Praia, J.; Gil-Pérez, D.; Carrascosa, J. & Martínez-Terrades, I. (2001). A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. *Revista portuguesa de educação*, 14 (1), 155-195.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2), 243-254.
- Calderhead, J. (1988). Conceptualización e investigación del conocimiento profesional de los profesores. In L. M. Villar Angulo (Dir.), *Conocimiento, creencias y teorías de los profesores*. Alcoy: Editorial Marfil, 21-37.

- Callejas, R. M. M. (1997). Concepciones epistemológicas y didácticas de los profesores universitarios de Ciencias Naturales. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. V Congreso, 85-86.
- Campos, B. P. (1995). *Formação de professores em Portugal*. s. l.: Instituto de Inovação Educacional.
- Cañal, P. (1997). Como analizar y evaluar las estrategias de enseñanza de las ciencias? *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. V Congreso, 87-88.
- Canário, R. (2001). A prática profissional na formação de professores. In B. P. Campos (Org.), *Formação profissional de professores no ensino superior*. Porto: Porto Editora, 31-45.
- Canário, R. (2002). Formação inicial de professores: que futuro(s)? Síntese dos relatórios de avaliação dos cursos para o 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário. In N. Afonso e R. Canário, *Estudos sobre a situação da formação inicial de professores*. Porto: Porto Editora, 37-63.
- Canário, R. (2001). *A prática profissional na formação de professores*. Recuperado em 2002, Janeiro 1, de http://www.inafop.pt/revista/docs/texto_canario.html
- Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Canavarro, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. In F. J. Perales Palacios e P. Cañal de León (Dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, 267-287.
- Carmo, J. M. (1995). Percepções dos professores do ensino e do programa de Ciências da Natureza face às necessidades do currículo. In M. Miguéns (Coord.), *Actas do V Encontro Nacional de Docentes – Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre, 219-224.
- Carmo, J. M. (2002). Aprender ciências de um modo experimental! Para quê?. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 243-248.
- Carneiro, M. H. (1997). O uso de analogias no ensino de ciências: obstáculo ou facilitador de aprendizagem? *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. V Congreso, 241-242.
- Carneiro, R. (1987, Agosto). *Discurso proferido na Assembleia da República, na apresentação do Programa do XI Governo Constitucional*, Lisboa.
- Carniatto, I. & 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, W. & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez-Roca.
- Carretero, M (1993). *Constructivismo y educación*. Zaragoza: Edelvives.
- Carrilho, A. (1984). A formação de professores na Universidade de Évora. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, XVIII, 75-81.
- Carvalho, A. D. (1996). *Epistemologia das ciências da educação*. Porto: Edições Afrontamento.
- Carvalho, A D. (1997). Pressupostos e Horizontes do Paradigma Ecológico em Educação. In M. F. Patrício (Org.), *Formar Professores para a Escola Cultural no Horizonte dos anos 2000*. III Congresso da Associação de Educação Pluridimensional e da Escola Cultural. Porto: Porto Editora, 49-56.
- Carvalho, A. D. (2005). A formação de professores e os desafios da declaração de Bolonha. In J. P. Serralheiro (Org.), *O processo de Bolonha e a formação dos educadores e professores portugueses*. Porto: Profedições, 23-28.
- Carvalho, R. (2001). *História do ensino em Portugal. Desde a fundação da nacionalidade até ao fim do regime de Salazar-Caetano*. (3.^a ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Cawthron, E. & Rowell, J. (1978). Epistemology and science education. *Studies in Science Education*, 5, 31-59.
- Chagas, I (s.d.). *Literacia científica. O grande desafio para a escola*. Recuperado em 2004, Abril 20, de <http://www.eselx.ipl.pt/Iencontro/Actas/textos/Paineis%20-I.%20Chagas.htm>
- Chung, F. (1996). “A educação faz a diferença”: Educação básica – novos desafios para o século XXI. In J. L. Garrido, R. Carneiro, S. Fowell, F. Chung e G. Landsheere, *A educação do futuro, o futuro da educação*. Porto: Edições Asa.
- Cid, M. C. (1995). *A ciência-tecnologia-sociedade na formação de professores e efeitos na aprendizagem dos alunos*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, Évora.
- Claxton, G. (1993). The interplay of values and research in science education. In P. J. Black e A. M. Lucas (Eds), *Children’s informal ideas in science*. London: Routledge.
- Claxton, G. (1994). *Educar mentes curiosas*. Madrid: Visor.
- CNE – Conselho Nacional de Educação (1996). *Situação nacional da literacia. Actas do seminário*. Lisboa, DC: Autor.

- CNE – Conselho Nacional de Educação (2002). *Sucesso e insucesso no ensino superior*. Recuperado em 2004, Abril 23, de http://www.educare.pt/noticia_novo.asp?_NOT_20020114_2434
- Colás Bravo, M. P. & Buendía Eisman, L (1998). *Investigación Educativa* (3.ª ed.). Sevilla: Ediciones Alfar.
- Coll, C. (1991). *Psicología y curriculum*. Barcelona: Laia.
- Comissão Europeia (1995). *Ensinar e aprender: rumo à sociedade cognitiva*. “Livro branco” sobre a educação e formação. Bruxelas, DC: Autor. Recuperado em 2004, Abril 14, de <http://europa.eu.int/comm/education/doc/official/keydoc/lb-fr.pdf>
- Comissão Europeia (1999). *The Bologna declaration of 19 June 1999*. Recuperado em 2005, Março 12, de http://www.mctes.pt/docs/ficheiros/Declaracao_de_Bolonha.pdf
- Conselho da União Europeia (2001). *Relatório do Conselho (Educação) para o Conselho Europeu*. “Os objectivos futuros concretos dos sistemas de educação e formação”. Bruxelas, DC: Autor. Recuperado em 2004, Abril 14, de http://europa.eu.int/comm/education/policies/2010/doc/rep_fut_obj_pt.pdf
- Contreras Domingo, J. C. (1987). De estudante a professor: socialización y aprendizaje en las prácticas de enseñanza. *Revista de educación*, 282, 203-231.
- Copello Levy, M. I. & Sanmartí Puig, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las ciencias* 19 (2), 269-283.
- Correia E. (1995). Inovação Educacional Reforma Curricular e Supervisão. In I. Alarcão (Ed.), *Supervisão de Professores e Inovação Educacional*. Aveiro: Cidine, 11-32.
- Correia, J. A. (1991). *Inovação pedagógica e formação de professores* (2.ª ed.). Rio Tinto: Edições Asa.
- Cortesão, L. (1991). Contextos e projectos de mudança em educação. In S. R. Stoer (Org.), *Educação, ciências sociais e realidade portuguesa – Uma abordagem pluridisciplinar*. Porto: Edições Afrontamento.
- Costa, A. F. (1986) A pesquisa de terreno em sociologia. In A. S. Silva e J. M. Pinto (Orgs.), *Metodologia das ciências sociais* (8.ª ed.). Porto: Edições Afrontamento, 129-148.
- Costa, J. (2001). Planear, investigar, produzir e partilhar: contributos do trabalho de projecto na aprendizagem das Ciências da Natureza. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 292-304.

- Costa, J. A. M. (2003). *Educação em Ciências: novas orientações curriculares*. Recuperado em 2003, Junho 6, de http://www.ipv.pt/millennium/19_spec6.htm
- Costa, J. V. (2005). Bolonha. A evolução dos sistemas de graus. Recuperado em 2005, Abril 20, de http://pwp.netcabo.pt/jvcosta/bolonha_estrangeiro.html
- Couceiro, M. L. (1998). Autoformação e transformação das práticas profissionais dos professores. *Revista de educação*, VII (2), 53-62.
- Craveiro, C. L. (1999). *Das concepções curriculares e metodológicas dos professores de ciências ao ensino CTS: um estudo descritivo*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, Évora.
- Cubero, R. (1989). *Como trabajar con las ideas de los alumnos?* (2ª ed.). Sevilla: Díada.
- Cunha, M. I. (1996). Modernidade, conhecimento e formação de professores. *Revista de educação*, V (2), 3-7.
- Curado, A. P. (2000). *Profissionalidade dos docentes: que avaliar? Resultados de um estudo interativo de Delphi*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Damião, M. H. (1997). *De aluno a professor*. Coimbra: Livraria Minerva Editora.
- Dana, T.; Lunetta, V.; Fonseca, J. & Campbell, L. (1998). A formação de professores de ciências e a reforma: perspectiva internacional e realidade português. *Revista de educação*, VII (2), 115-128.
- DEB-ME – Departamento de Educação Básica – Ministério da Educação (2001). *Ensino Básico. Ciências Físicas e Naturais. Orientações Curriculares para o 3.º ciclo do Ensino Básico*. s.l., DC: Autor.
- DeBoer, G. (1991). *A history of ideas in science education: implications of practice*. New York: Teachers College Press.
- Delors, J. (1996). *Educação – um tesouro a descobrir*. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Porto: Edições Asa.
- Demailly, L. C. (1997). Modelos de Formação Contínua e Modelos de Mudança. In A. Nóvoa (Coord.), *Os Professores e a sua Formação* (3.ª ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote, 139-158.
- DEP/GEP (1994). *As nossas crianças e a matemática – caracterização da participação dos alunos portugueses no Second International Assessment of Educational Progress*. Lisboa, DC: Autor.

- DEP/GEP (1996). *As nossas crianças e as ciências da natureza – caracterização da participação dos alunos portugueses no Second International Assessment of Educational Progress*. Lisboa, DC: Autor.
- DGEBS – Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1991). *Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem – Ensino Básico, 2º Ciclo, Volume I. Programa de Ciências da Natureza*. Lisboa, DC: Autor.
- DGEBS – Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1993). *Objectivos gerais de ciclo: ensino básico, 2.º e 3.º ciclos*. Lisboa, DC: Autor.
- D’Hainaut, L. (1980). *Educação – dos fins aos objectivos*. Coimbra: Livraria Almedina.
- D’Hainaut, L. (1990). *Conceitos e métodos de estatística*. Uma variável a uma dimensão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. (Trabalho original em francês publicado em 1975)
- Dias, A. R., Gonçalves, M. E., Oliveira, J. A. & Ramos, J. J. (1987). Ciência e opinião pública. *CTS – Revista de Ciência Tecnologia e Sociedade*, 2, 5-32.
- Dias, J. R. (2001). A formação pedagógica dos professores do ensino superior. In C Reimão (Coord.), *A formação pedagógica dos professores no ensino superior*. Lisboa: Edições Colibri, 63-72.
- Dillon, J. T. (1986). Students questions and individual learning. *Educational theory*, 36 (4), 333-341.
- Dodge, B. (1995). *Some thoughts about webquests*. Recuperado em 2004, Janeiro 12, de http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec596/about_webquests.html
- Dodge, B. (1999). *Webquest taskonomy: a taxonomy of tasks*. Recuperado em 2004, Janeiro 12, de <http://edweb.sdsu.edu/webquest/taskonomy.html>
- Domingos, A. M. (1984). Social class, pedagogic practice and achievement in science: A study of secondary schools in Portugal. Tese de doutoramento, Universidade de Londres. Publ. in (1987) CORE – *Collected Resources in Education*, Vol 11, 2. Birmingham: Carfax Publishing Company.
- Domingos, A. M. (1987). A inter-relação de diferentes linhas de investigação como factor importante na alteração do padrão de aproveitamento diferencial em ciências. In M. Sequeira, L. Leite, e M. Freitas (Eds), *Actas do 1º Encontro sobre Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, 163-175.
- Domingos, A. M.; Neves, I. P. & Galhardo, L. (1984). *Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem* (2.ª ed.). Lisboa: Livros Horizonte.
- Donnay, J. & Charlier, E. (1990). *Comprendre des situations de formation. Formation de formateurs à l’analyse*. Bruxelas: De Boeck.

- Driver, R. (1993). Una visión constructivista del aprendizaje y sus implicaciones para la enseñanza de las ciencias. In C. Palacios, D. Ansoleaga e A. Ajo (Orgs.), *Diez años da investigación e innovación en enseñanza de las ciencias*. Madrid: C. I. D. E./Ministerio de Educación y Cultura, 307-330.
- Driver, R.; Guesne, E. & Tiberghien, A. (1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (2ª ed.). Madrid: Ediciones Morata. (Trabalho original em inglês publicado em 1985)
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias. In R. Porlán, J. García e P. Cañal (Orgs.) (1988), *Constructivismo e enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, 115-136.
- Duarte, M. C. & Faria, M. A. (1991). Ciência do professor e conhecimentos dos alunos. In M. P. Pereira (Coord.), *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta, 61-97.
- Duschl, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias – importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- Duschl, R & Wright, T (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal in science teaching*, 26 (6), 467-501.
- Elbaz, F. (1988). Cuestiones en el estudio del conocimiento de los profesores. In L. M. Villar Angulo (Dir.), *Conocimiento, creencias y teorías de los profesores*. Alcoy: Editorial Marfil, 87-96. (Trabalho original em inglês publicado em 1983)
- Eliot, I. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Morata.
- Eraut, M. (1994). *Developing Professional knowledge and competence*. Londres: The Falmer Press.
- Erickson, F. (1989). Metodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. In M. Wittrock (Ed), *La investigación de la enseñanza, II. Métodos cualitativos y de observación*. Barcelona: Paidós. (Trabalho original em inglês publicado em 1986)
- Espinosa, J. & 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.
- Esteve, J. M. (1984). *Profesores en conflicto*. Madrid: Narcea.
- Esteve, J. M. (1992). O mal-estar docente. Lisboa: Escher/Fim de século Edições. (Trabalho original publicado em castelhano em 1987)
- Esteve, J. M. (1997). *La formación inicial de los profesores de secundaria*. Barcelona: Editorial Ariel.

- Estrela, A. (1994). *Teoria e prática de observação de classes. Uma estratégia de formação de professores* (4.^a ed.). Porto: Porto Editora.
- Estrela, A.; Pinto, M.; Silva, I. L.; Rodrigues, A. & Pinto, P. R. (1991). *Formação de professores por competências – projecto foco*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Estrela, M. T.; Esteves, M. & Rodrigues, A. (2002). Síntese da investigação sobre formação de professores em Portugal (1990-2000). Porto: Porto Editora.
- Estrela, M. T. & Estrela, A. (1977). *Perspectivas actuais sobre a formação de professores*. Lisboa: Editorial Estampa.
- Fang, Z. (1996). A review of research on teacher beliefs and practices. *Educational research*, 38 (1), 47-65.
- Fensham, P.; Gunstone, R. & White, R. (Eds) (1994). *The content of science: a constructivist approach to its teaching and learning*. London: Falmer Press.
- Fernandes, J. V. (2000). *Paradigma da educação da globalidade e da complexidade para a esperança e a felicidades dos seres humanos*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Fernández González, J. & Elórtegui Escartín, N. (1996). Qué piensan los profesores de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 331-342.
- Fernández, I.; Gil Pérez, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 477-488.
- Fernández, M. (1994). *Las tareas de la profesión de enseñar*. Madrid: Siglo XXI.
- Ferreira, L. & Morais, A. M. (1998). Os problemas na aula de ciências: estudo de aprendizagens individuais e em grupo. *Revista de educação*, VII (1), 91-105.
- Ferreira, V. (1986). O inquérito por questionário na construção de dados sociológicos. In A. S. Silva e J. M. Pinto (Orgs.), *Metodologia das ciências sociais* (8.^a ed.). Porto: Edições Afrontamento, 166-196.
- Fialho, I. (1996). *Concepções alternativas e mudança conceptual: uma nova pedagogia para o ensino/aprendizagem das ciências*. Dissertação para Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, não publicada. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação, Universidade de Évora.
- Figueiredo, A. D. (s.d.). *A escola do futuro*. Recuperado em 2004, Outubro 21, de <http://eden.dei.uc.pt/~adf/express1.htm>
- 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. (1994). Ensino das ciências e formação de professores. *Actas do IV Encontro Nacional de Docentes de Ciências da Natureza. Investigação didáctica e ensino inovador das ciências do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Fonseca, J. (1996). Educação científica em Portugal: situação, problemas e programas de acção. *Revista de educação*, VI (1), 121-125.
- Fonseca, J. (2002). O que diz a investigação sobre a formação de professores? *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 52-65.
- Formosinho, J. (1987). Quatro modelos ideais de formação de professores: o modelo empiricista, o modelo teoricista, o modelo compartimentado e o modelo integrado. In Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação, *As ciências da educação e a formação de professores*. Lisboa: GEP-ME.
- Formosinho, J. (2001). A formação prática de professores. Da prática docente na instituição de formação à prática pedagógica nas escolas. In B. P. Campos (Org.), *Formação profissional de professores no ensino superior*. Porto: Porto Editora, 46-64.
- Fox, D. J. (1987). *El proceso de investigación en educación* (2.ª ed.). Pamplona: Universidad de Navarra.
- Freeman, D. (1991). To make the tacit explicit: teacher education, emerging discourse and conceptions of teaching. *Teaching and teacher education*, 7 (5/6) 439-456.
- Freitas, C. V. (1987). A formação de professores na actual política educativa: problemas e perspectivas. In Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação, *As ciências da educação e a formação de professores*. Lisboa: GEP-ME.
- Freitas, M. (1995). Planificação do Ensino-aprendizagem das ciências numa perspectiva de mudança conceptual. In M. Miguéns (Coord.), *Actas do V Encontro Nacional de Docentes – Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre, 195-210.
- Freitas, E & Ávila, P. (2000). *Inquérito à cultura científica dos portugueses. Relatório preliminar*. Lisboa: Observatório das ciências e das tecnologias.
- Furió Mas, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 188-199.
- Furió Mas, C. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 7, 7-17.

- Furió Mas, C.; Gil Pérez, D.; Carvalho, A. M. & Salcedo, L. E. (1992). La formación inicial del profesorado de educación secundaria: papel de las didácticas especiales. *Investigación en la escuela*, 16, 7-21.
- Gago, J. M. (1990). *Manifesto para a ciência em Portugal*. Lisboa: Gradiva Publicações.
- García-Estañ, R.; Pro Bueno, A & Valcárcel, M. V. (1999). Un estudio de las concepciones de licenciados en Biología y Química sobre la construcción del conocimiento científico. In S. García, C. Martínez, M. Mondelo e P. Veja (Org.), *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*. Coruña: Departamento de Pedagogia e Didáctica das Ciências Experimentais da Universidade da Coruña, 159-172.
- García Díaz, J. E. & García, Pérez F. F. (1993) *Aprender investigando. Una proposta metodológica basada en la investigación* (2.ª ed.). Sevilla: Díada.
- García Díaz, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- Garrido, J. L. (1996). Principais desafios lançados aos sistemas educativos no alvorecer do século XXI: uma perspectiva internacional. In Garrido, J. L.; Carneiro, R.; Fowell, S.; Chung, e F. Landsheere, *A educação do futuro, o futuro da educação*. Porto: Edições Asa, 12-36.
- GAVE-ME – Gabinete de Avaliação Educacional do Ministério da Educação (2001). *Resultados do estudo internacional Pisa 2000*. Lisboa, DC: Autor.
- GAVE-ME – Gabinete de Avaliação Educacional do Ministério da Educação (2003). *Pisa 2000 – Conceitos fundamentais em jogo na avaliação de literacia científica e competências dos alunos portugueses*. Lisboa, DC: Autor.
- Gazarini, L. C., Balbino, A. C. & Trindade, V. M. (2001). *Relatório de Auto-avaliação do curso de licenciatura em ensino de Biologia e Geologia*. Évora: Universidade de Évora.
- GEP-ME – Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação (1992). *Relatório internacional assessment of educational progress* (IAEP). Lisboa, DC: Autor
- Ghiglione, R. & Matalon, B. (2001). *O inquérito – Teoria e prática* (4.ª ed.). Oeiras: Celta Editora. (Trabalho original em francês publicado em 1977)
- Gil Escudero, G. (s.d.). El proyecto internacional para la producción de indicadores de resultados educativos de los alumnos (Proyecto PISA) de la OCDE. Recuperado em 2004, Abril 22, de http://www.ince.mec.es/pub/pisa.htm#N_1_
- Gil Pérez, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 1, 26-33.

- Gil Pérez, D. (1991). Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). *Enseñanza de las ciencias*, 9 (1), 69-77.
- Gil Pérez, D. (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.
- Gil Pérez, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 154-164.
- Gil Pérez, D.; Carrascosa, J.; Fúrio Más, C. & Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Gil Pérez, D. & Castro, V. P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Investigación y experiencias didácticas*, 14 (2), 155-163.
- Gilbert, J. K. & Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conception: changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Gimeno Sacristán, J. (1986). Formación de los profesores e innovación curricular. *Cuadernos de pedagogía*, 139, 84-89.
- Gimeno Sacristán, J. (1991). *El currículo: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- Gimeno Sacristán, J. (1992). Consciência e acção sobre a prática como libertação profissional dos professores. In A. Nóvoa (Dir.), *Profissão professor*. Porto: Porto Editora, 61-92.
- Giordan, A. (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Centurion.
- Gomes, J. F. (1995). *Para a história da educação em Portugal*. Porto: Porto Editora.
- Gomes, M. C.; Ávila, P.; Sebastião, J. & Costa, A. F: (s.d.). *Novas análises dos níveis de literacia em Portugal: comparações diacrónicas e internacionais*. IV Congresso Português de Sociologia. Recuperado em 2004, Abril 19, de <http://www.aps.pt/ivcong-actas/Acta104.PDF>
- Gómez-Granell, C. & Coll Salvador, C. (1993). ¿De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo? *Cuadernos de pedagogía*, 221, 8-10.
- Good, R., Herron, J., Lawson, A & Renner, J. (1985). The domain of science education. *Science education*, 69, 139-141.

- Guerreiro, A. M. & Rebelo de Sousa, N. (2002). A resolução de problemas e a atitude reflexiva. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 537-539.
- Gunstone, R. F., Slattery, M., Blair, J. R. & Northfield, J. R. (1993). A case study exploration of development in preservice science teachers. *Science education*, 77 (1), 47-73.
- Harlen, W. (1989). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata. (Trabalho original em inglês publicado em 1985)
- Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teacher's epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (1), 47-63.
- Henriques, M., Rodrigues, A., Cunha, F., & Reis, J. (2000). *Educação para a cidadania* (2.^a ed.). Lisboa: Plátano Editora.
- Hernández, F & Sancho, J. M. (1994). Para enseñar no basta con saber la asignatura. Barcelona: Paidós.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396.
- Hewson, P. W. (1993). Constructivism and reflective practice in science teacher education. In M. L. Montero e J. M. Vez (Eds.), *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago: Tórculo, 259-275.
- Hewson, P. W. & Hewson, M. G. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of instruction. *Instructional Science*, 13 (1), 1-13.
- Hewson, P. W. & Hewson, M. G. (1987). Science teachers' conceptions of teaching: implications for teachers 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.
- Hodson, D. (1988). Filosofía de la ciencia y educación científica. In R. Porlán, J. García e P. Canãl (Orgs.), *Constructivismo e enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, 5-21. (Trabalho original em inglês publicado em 1985)
- Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. *School Science Review*, 73 (264), 65-77.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: towards a personalized approach*. London: Open University Press.

- Huberman, A. M. (1989). *La vie des enseignants*. Neuchâtel-Paris: Delachaux et Niestlé.
- Huerta Amezola, J. J.; Pérez García, I. S. & Castellanos Castellanos, A. R. (2002). Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales. *Revista de educación/nueva época*, 13.
- Hurd, P. D. (1986). A rationale for a science, technology and society theme in science education. In R. W. Bybee (Ed.), *Science-technology-society 1985 NSTA yearbook*. Washington: National Science Teachers Association.
- Hurd, P. D. (1987). Ciência-Tecnologia-Sociedade: Um novo contexto para o ensino da ciência no secundário. *Revista de CTS*, 2, 50-55.
- Hurd, P. D. (1994). New minds for a new age: prologue to modernizing the science curriculum. *Science education*, 78 (1), 103-116.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science education*, 82, 407-416.
- Iglesia, P. M. (1997). Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique – Didáctica de las ciencias experimentales*, 13, 37-44.
- IIE – Instituto de Inovação Educacional (1996). *Resultados do Terceiro estudo internacional de matemática e ciências (TIMSS)*. Lisboa, DC: Autor.
- INAFOP–ME (Instituto Nacional de Acreditação da Formação de Professores – Ministério da educação) (2000). *Projectos. Perfil geral de desempenho do educador e do professor e perfil específico de desempenho do professor do 1.º ciclo do ensino básico*, n.º 6, Outubro. Lisboa, DC: Autor.
- Izquierdo, J. G. (2001). Innovaciones en la epistemología científica y sus repercusiones en la enseñanza de las ciencias: un modelo de aplicación de la racionalidad técnica a los procesos de aprendizaje. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 383-389.
- Izquierdo, M.; Sanmartí, N. & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), 45-59.
- Jaén García, M. & Pro Bueno, A. (2001). Qué problemas diseñan los futuros profesores de ciencias naturales durante el curso de formación inicial? *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. IV Congreso, 479-480.
- Januário, C. (1996). *Do pensamento do professor à sala de aula*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Jesuíno, J. C. (1986). O método experimental em ciências sociais. In A. S. Silva e J. M. Pinto (Orgs.), *Metodologia das ciências sociais* (8.ª ed.). Porto: Edições Afrontamento, 215-249.

- Jesus, M. H. P. (1997, 19 de Setembro). Supervisão da formação de professores em ensino experimental. Comunicação apresentada no 1.º Congresso nacional de supervisão na formação. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1995a). O conhecimento funcional em ciências: problemas na transferência a outros contextos. In M. Miguéns (Coord.), *Actas do V encontro nacional de docentes – educação em ciências da natureza*. Portalegre: Escola Superior de Portalegre, 27-42.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1995b). Comparando teorias: la reflexión epistemológica sobre la naturaleza de la ciencia en la formación del profesorado. In L. J. Blanco Nieto e V. Mellado Jiménez (Coord.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. Badajoz: Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la Universidad de Extremadura, 267-280.
- Jiménez, E. G. (1988). Las teorías implícitas sobre evaluación en el proceso de pensamiento de los profesores. In L. M. Villar Angulo (Dir.), *Conocimiento, creencias y teorías de los profesores*. Alcoy: Editorial Marfil, 97-120.
- Jorge, M. M. & Oliveira, M. T. (1987). Ensino-aprendizagem das ciências – uma proposta de acção. In M. Sequeira, L. Leite e M. Freitas (Ed.), *Actas do I encontro de educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, 261-268.
- Jorge, M. M. (1991). Educação em ciência: perspectivas actuais. In M. T. Oliveira (Coord.), *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta, 29-38.
- Joseph, P. & Green, N. (1986). Perspectives in reason for becoming teachers. *Journal of teacher education*, 37 (6), 28-33.
- Kiess, H. & Bloomquist, D. (1985). *Psychological research methods: a conceptual approach*. Boston: Allyn & Bacon.
- Kirsch, I.; Jungeblut, A.; Jenkins, L. & Kolstad, A. (1993). *Adult literacy in América*. Washington: National Center for Education Statistics.
- Klopfer, L. E. (1985). Scientific literacy. In T. Husén e T. N. Postlethwaite (Eds.), *International Encyclopaedia Education*. Chicago: University of Chicago.
- Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1995). Science teachers philosophical assumptions: How well do we understand them?. *International Journal of science education*, 17 (3), 273-283.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. & Masia, B. B. (1979). *Taxionomia de objetivos educacionais – domínio afectivo*, vol. 2 (6ª ed.). Porto Alegre: Globo. (Trabalho original em inglês publicado em 1964)

- Kromhout, R & Good, R. (1983). Beware of societal issues as organizers for science education. *School science and mathematics*, 83, 647-650.
- Kuhn, T. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris: Flammarion. (Trabalho original em inglês publicado em 1962)
- Kyle, W. (1995). Scientific literacy: where do we go from here? *Journal of research in science teaching*, 32 (10), 1007-1009.
- La Torre La Torre (2000). Alfabetización científico-tecnológica en estudiantes de secundaria y universidad: un análisis experimental. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (1), 55-69.
- Landsheere, G. (1982). *Introduction a la recherche en éducation*. Paris: Armand Colin-Bourrelieir.
- Landsheere, G. (1996) O novo papel dos professores face às mudanças sociais e económicas e os consequentes desafios a empreender pelos sistemas educativos. In J. L. Garrido; R. Carneiro; S. Fowell; F. Chung e G. Landsheere, *A educação do futuro, o futuro da educação*. Porto: Edições Asa.
- Landsheere, G. & Landsheere, V. (1976). *Definir os objectivos da educação*. Lisboa: Moraes Editores.
- Landsheere, V. (1994). *Educação e formação*. Rio Tinto: Edições Asa. (Trabalho original em inglês publicado em 1992)
- Lanier, J. E. & Little, J. W. (1986). Research on teacher education. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*, (3.^a ed). New York: MacMillan Publishing Co.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza. (Trabalho original em inglês publicado em 1976)
- Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science education*, 84, 71-94.
- Lederman, N. G. (1992). Student's and teacher's conception of the nature of science: a review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29 (2), 331-359.
- 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.
- Lei de Bases da educação (s.d.). Recuperado em 2004, Maio 20, de http://www.parlamento.pt/plc/TextoAprovado.aspx?ID_Tex=5408



- Leite, L. (2003). A promoção da aprendizagem das ciências no contexto da reorganização curricular: contributos do trabalho prático. In A. Neto, J. Nico, J. C. Chouriço, P. Costa e P. Mendes (Orgs), *Didáctica e metodologias da educação – percursos e desafios*, (vol. II). Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1105-1120.
- Leite, A.; Futuro, A.; Silva, R.; Marques, L.; Praia, J. & Trindade, V. (1994). Tectónica global do trabalho prático: contribuição para um sentido inovador do ensino. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1 (2/3), 354-360.
- Lewenstein, B. V. (1996). Que tipo de programas de “compreensão da Ciência pelo público em geral” melhor servem uma democracia? In M. E. Gonçalves (Coord.), *Ciência e democracia*. Venda Nova: Bertrand Editora, 311-329.
- Lewis, J. L. (1985). Science and society. In G. B. Harrison (Ed.), *World trends in science technology education*. Nottingham: Trent Polytechnic.
- Lima, L. C.; Castro, R. V.; Magalhães, J. & Pacheco, J. A. (1995). O modelo integrado, 20 anos depois: contributos para uma avaliação do projecto de licenciaturas em ensino na Universidade do Minho. *Revista Portuguesa de Educação*, 8 (2), 147-195.
- Lincoln, Y & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Longbottom, J. & Butler, P. (1999). Why teach science? Setting rational goals for science education. *Science education*, 83, 473-482.
- Lopes, A. R. C. (1993). Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino das ciências. *Enseñanza de las ciencias*, 11 (3), 324-330.
- Lopes, B. & Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: Fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (1), 45-61.
- López, J. I. (1994). El pensamiento del profesor sobre el conocimiento de los alumnos. *Investigación en la escuela*, 22, 59-66.
- Luffiego, M.; Bastida, M. F.; Ramos, F. & Soto, J. (1994). Epistemología, caos y enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 89-96.
- Macaskill, C & Ogborn, J. (1996). Science and technology. *School science review*, 77 (281), 55-61.
- Macedo, M. & Mestre, N. (2002). Evidências de iliteracia. In M. N. Trindade (Coord.), *Literacia e cidadania – convergências e interfaces*. Évora: Centro de investigação em educação “Paulo Freire”, Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora (CD/ROM).

- Machado, C. (1996). *Tornar-se professor – da idealização à realidade*. Tese de Doutoramento não publicada. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação, Universidade de Évora.
- Machado, C. (2003). O desenvolvimento do professor – algumas reflexões. In A. Neto, J. Nico, J. C. Chouriço, P. Costa e P. Mendes (Orgs), *Didácticas e metodologias da educação – Percursos e desafios*, (vol. II). Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 669-673.
- Mager, R. (1975). *Como definir objectivos pedagógicos*. Lisboa: Edição de Carreira e Carreira.
- Malafaia, M. T. A. (1997). Educação para a cidadania: a perspectiva da multiculturalidade. In M. F. Patrício (Org.), *Formar professores para a escola cultural no horizonte dos anos 2000*. Porto: Porto Editora, 365-367.
- Malaquias, M. I. & Thomaz, M. F. (1991). A teoria do flogisto e as concepções intuitivas/alternativas dos alunos dos ensinos básico e secundário. In I. Martins, A. Andrade, A. Moreira, M. Sá, N. Costa e A. Paredes (Eds.), *Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro: Secção Autónoma de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro, 225-230.
- Manassero Mas, M. A.; Vázquez Alonso, A. & Acevedo Díaz, J. A. (2004). *La evaluación de las actitudes CTS*. Recuperado em 2004, Fevereiro 18, de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo11.htm>
- Marcelo García, C. (1987). *El pensamiento del profesor*. Barcelona: CEAC.
- Marcelo García, C. (1992a). A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In A. Nóvoa (Coord.), *Os professores e a sua formação* (3.ª ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote, 51-76.
- Marcelo García, C. (1992b). Dar sentido a los datos: combinación de perspectivas cualitativa e cuantitativa en el análisis de las entrevistas. In C. Marcelo García (Ed.), *La investigación sobre la formación del profesorado. Métodos de investigación y análisis de datos*. Argentina: Cincel, 13-49.
- Marcelo García, C. (1995). Investigaciones sobre formación del profesorado: el conocimiento sobre el aprender a enseñar. In L. J. Blanco Nieto e V. Mellado Jiménez (Coord.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. Badajoz: Universidad de Extremadura, 1-35.
- Marcelo García, C. (1997). A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In A. Nóvoa (Coord.). *Os Professores e a sua formação*. (3ª ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote, 51-76.
- Marcelo García, C. (1999). *Formação de professores – Para uma mudança educativa*. Porto: Porto Editora. (Trabalho original em castelhano publicado em 1995)

- Marco-Stiefel, B. (2000). La alfabetización científica. In F. J. Perales Palacios e P. Cañal de León (Dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, 141-164.
- Marín, N., Gómez, E. J. & 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, L. & Praia, J. (1991). Ensino-aprendizagem das ciências: possíveis contributos para reflexão. *Aprender*, 12, 11-18.
- Marrero, J. (1994). Las teorías implícitas del profesorado: vínculo entre la cultura y la práctica de la enseñanza. In M. J. Rodrigo, A. Rodríguez e J. Marrero (Eds.), *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Martín del Pozo, R. (1998). La formación inicial sobre los contenidos escolares. El caso del cambio químico. *Investigación en la escuela*, 35, 21-32.
- Martín Molero, F. (1999). *La didáctica ante el tercer milenio*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Martínez Aznar, M. M.; Martín del Pozo, R.; Rodrigo Vega, M.; Varela Nieto, M. P.; Fernández Lozano, M. P. & Guerrero Serón, A. (2001). Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las ciencias*, 19 (1), 67-87.
- Martínez Losada, C.; García Barros, S. & Mondelo Alonso, M. (1993). Las ideas de los profesores de ciencias sobre la formación docente. *Enseñanza de las ciencias*, 11 (1), 26-32
- Martínez Losada, C.; Garcia Barros, S.; Mondelo Alonso M. & Vega Marcote, P. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias* 17 (2), 211-225.
- Martins, I. P. (1995). A ciência e a cultura científica: desafios na formação de professores. In M. Miguéns (Coord.), *Actas do V encontro nacional de docentes – educação em ciências da natureza*. Portalegre: Escola Superior de Portalegre, 43-50.
- Martins, I. P. (2002a). Literacia científica: dos mitos às propostas. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 2-10.
- Martins, I. P. (2002b). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1, 1, Artigo 1. Recuperado em 2004, Abril 4, de <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/numero1/art2.pdf>

- Martins, I. P. (2003a). Formação inicial de professores de Física e Química sobre a tecnologia e suas relações sócio-científicas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2, 3, Artigo 6. Recuperado em 2004, Abril 4, de <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero3/Art6.pdf>
- Martins, I. P. (2003b). Dos percursos de ensino da química aos desafios da educação científica. In A. Neto, J. Nico, J. C. Chouriço, P. Costa e P. Mendes (Orgs), *Didácticas e metodologias da educação – Percursos e desafios*, (vol. II). Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1097-1103.
- Martins, I. P. & Veiga, M. L. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Matthews, M. R. (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of research in science teaching*, 35 (2), 161-174.
- McComas, W. F., Almazroa, H. & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: an introduction. *Science & education*, 7, 511-532.
- McRobbie, C. & Tobin, K. (1997). A social constructivist perspective on learning environments. *International Journal of Science Education*, 19, 193-208.
- Ministerio de Educacion y Ciencia (1989). Libro blanco para la reforma del sistema educativo. Madrid, DC: Autor.
- ME (Ministério da Educação) (1998) *Educação, integração, cidadania. Documento orientador das políticas para o ensino básico*. Recuperado em 2004, Abril 15, de http://www.deb.min-edu.pt/fichdown/Doc_OrientadorBasico.doc
- ME (Ministério da Educação) (2001) *Educação, integração, cidadania. Reorganização curricular do ensino básico*. Recuperado em 2004, Abril 15, de <http://www.drec.min-edu.pt/cae/Guarda/dstp/Reorganizacao%20Curricular%20%20Pincipios%20Medidas%20e%20Implicacoes.PDF>
- ME-DEB (Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica) (2001a). *Currículo nacional do ensino básico – Competências essenciais*. Lisboa, DC: Autor.
- ME-DEB (Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica) (2001b). *Ciências Físicas e Naturais – Orientações curriculares 3.º ciclo*. Lisboa, DC: Autor.
- Mellado Jiménez, V. (1995). Concepciones de los profesores de ciencias en formación y práctica del aula. In L. J. Blanco Nieto e V. Mellado Jiménez (Coord.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. Badajoz: Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la Universidad de Extremadura, 309-326.

- Mellado Jiménez, V. (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).
- Mellado Jiménez, V. (1997). La investigación sobre el profesorado de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. V Congreso, 113-114.
- Mellado Jiménez, V. (1998). El estudio de aula en la formación continua del profesorado de ciencias. *Alambique*, 15, 39-46.
- Mellado Jiménez, V. (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de ciencias experimentales. In S. García, C. Martínez, M. Mondelo, e P. Veja (Org.), *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*. Coruña: Departamento de Pedagogía e Didáctica das Ciências Experimentais da Universidade da Coruña, 45-76.
- Mellado Jiménez, V. (2003). El conocimiento y el desarrollo del profesorado: el cambio didáctico. In A. Neto, J. Nico, J. C. Chouriço, P. Costa e P. Mendes (Orgs), *Didácticas e metodologias da educação – Percursos e desafios*, (vol. II). Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 675-685.
- Mellado Jiménez, V. & Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 331-339.
- Mellado Jiménez, V. & González Bravo, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. In F. J. Perales Palacios e P. Cañal de León (Dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, 535-555.
- Mialaret, G. (1981). *A formação dos professores*. Coimbra: Livraria Almedina. (Trabalho original em francês publicado em 1977)
- Mialaret, G. & Vial, J. (Eds.) (1981). *Histoire mondiale de l'éducation*. Paris: PUF.
- Miguéns, M. (1991). Actividades prácticas na educação em ciência: que modalidades? *Aprender*, 14, 39-44.
- Miguéns, M. (2002). O trabalho prático e a “reinvenção” de escola. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 28-43.
- Millar, R (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School science review*, 77 (280), 7-18.
- Millar, R.; Osborne, J. & Nott, M. (1998). Science education for the future. *School science review*, 80 (291), 19-24.
- Miller, J. D. (1994). Scientific literacy: an updated conceptual and empirical review. In J. M. Gago (Org.), *O futuro da cultura científica*. Lisboa: Instituto de Prospectiva, 37-57.
- Mizukami, M. G. (1986). *Ensino: as abordagens do processo*. S. Paulo: E.P.U.

- Moreira, M. A. & Alarcão, I. (1997). A investigação-acção como estratégia de formação inicial de professores reflexivos. In I. Sá-Chaves (Org.), *Percursos de formação e desenvolvimento profissional*. Porto: Porto Editora, 119-138.
- Moreno González, A. (1995). Historia de la ciencia: una posible contribución a la formación del profesorado. In L. J. Blanco Nieto e V. Mellado Jiménez (Coord.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. Badajoz: Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la Universidad de Extremadura, 345-360.
- Morgado, J. C. (2000). *A (Des)construção da autonomia curricular*. Porto: Edições Asa.
- Morin, E. (1984). *Sociologia*. Lisboa: Publicações Europa América.
- NAEP – National Assessment of Educational Progress. Recuperado em 2004, Abril 20, de <http://nces.ed.gov/naal/>
- Neale, J. M. & Libert, R. M. (1986). *Science and behaviour: an introduction to methods of research* (3.^aed.). New York: Prentice/Hall.
- Neto, J. A. P. (1986). *Contributos para uma política de formação do pessoal docente dos ensinos preparatório e secundário*. Lisboa: GEP-MEC.
- Neto, A. J. (1998). *Resolução de problemas em Física. Conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Nieves Blanco, G. (1994). Las intenciones educativas. In J. F. Angulo Rasco e G. Nieves Blanco (Coord.), *Teoría y desarrollo del curriculum*. Málaga: Ediciones Aljibe, 31-41.
- Nogueira, A.; Rodrigues, C. & Ferreira, J. (1990). *Formar hoje, educar amanhã*. Coimbra: Almedina.
- Novak, J. D. (1981). *Uma teoria de educação*. S. Paulo: Pioneira. (Trabalho original em inglês publicado em 1977)
- Novak, J. D. (1991). Ayudar los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un Profesor-Investigador. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 215-228.
- Nóvoa, A. (1991). Os professores: Quem são? Onde vêm? Para onde vão?. In S. R. Stoer (Org.), *Educação, ciências sociais, e realidade portuguesa. Uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Edições Afrontamento, 59-130.
- Nóvoa, A. (1992). A Reforma Educativa Portuguesa: questões passadas e presentes sobre a formação de professores. In A. Nóvoa e T. S. Popkewitz (Org.), *Reformas Educativas e Formação de Professores*. Lisboa: Educa, 57-69.

- Nóvoa, A. (1997). Nota de apresentação. In A. Nóvoa (Coord.), *Os Professores e a sua Formação* (3.^a ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote, 9-12.
- Nóvoa, A. (1997). Formação de Professores e Profissão Docente. In A. Nóvoa (Coord.), *Os Professores e a sua Formação* (3.^a ed.), Lisboa: Publicações Dom Quixote, 15-33
- NRC – National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC – National Research Council (2000). *Educating teachers of science, mathematics and technology. New practices for the new millennium*. Washington, DC: National Academy Press
- NSTA – National Science Teachers Association (1981). *Project Synthesis*. Washington, DC: Autor.
- NSTA – National Science Teachers Association (1992). *The content core: a guide for curriculum designers*. (Scope, sequence and coordination of secondary school science project). Washington, DC: Autor.
- Nunes, M. R. C. & Pereira, M. (1999). Literacia científica e tecnológica e as tomadas de decisão. In V. M. Trindade (Coord.), *Metodologias do ensino das ciências – Investigação e prática dos professores*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 357-370.
- Nussbaum, J. & Novick, S. (1981). Brainstorming in the classroom to invent a model: a case study. *School Science Review*, 62 (221), 771-778.
- Nussbaum, J. & Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accomodation: Toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, 11, 183-200.
- OCDE (1989). *A educação nas sociedades modernas*. Rio Tinto: Edições Asa, 116-117.
- OCDE (1990). *L'enseignant aujourd'hui. Fonctions, Status, Politiques*. Paris, DC: Autor.
- OCDE (1994). *Analfabetismo funcional e rentabilidade económica*. Rio Tinto: Edições Asa. (Trabalho original em inglês publicado em 1992)
- OCDE (1999). *Measuring student knowledge and skills. A new framework for assesement*. Paris, DC. Autor.
- Oliveira, M. T. (1999). Trabalho experimental e formação de professores. In Conselho Nacional de Educação (Ed.), *Ensino experimental e construção de saberes*. Lisboa: CNE, 35-53.
- Oliveira, S. L. (2001). *Tratado de metodologia científica*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

- Oliveira, V (1993). *A responsabilidade social como finalidade na educação em Química*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, Évora.
- Oliver Trobat, M. F. (2002). Análisis de necesidades de formación del profesorado de educación primaria de las illes Balears. Diseño y desarrollo de una investigación. *Innovación educativa*, 12, 265-274.
- Osborne, R. J. & Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias – Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea. (Trabalho original em inglês publicado em 1985)
- Osborne, R. & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: a generative process. *Science education*, 67 (4), 489-508.
- Pacheco, J. A. (1995a). *O pensamento e a acção do professor*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. A. (1995b). *Formação de professores: teoria e praxis*. Braga: IEP.
- Pacheco, J. A. (1996). *Currículo: teoria e práxis*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. A. & Flores, M. A. (1999). *Formação e avaliação de professores*. Porto: Porto Editora.
- Pagès, J. (1996). Las representaciones de los estudiantes de maestro sobre la enseñanza de las ciencias sociales: cuáles son?, cómo aprovecharlas?. *Investigación en la escuela*, 28, 103-114.
- Paixão, M. F. (1995). Práticas pedagógicas em ciências da natureza e formação de professores para os desafios da reforma curricular. In I. Alarcão (Ed.), *Supervisão de professores e inovação educacional*. Aveiro: Cidine, 33-51.
- Paixão, M. F. & Cachapuz, A. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de las ciencias*, 17, 69-77.
- Pajares, M. (1992). Teacher's beliefs and educational research: clearing up a messy construct. *Review of educational research*, 62 (3), 307-372.
- Patrício, M. F. (1988). *A formação de professores à luz da lei de bases do sistema educativo*. Cacém: Texto Editora.
- Patrício, M. F. (1989). Traços principais do perfil do professor no ano 2000. *Inovação*, 2 (3), 229-245.
- Patrício, M. F. (1996). Itinerários de formação pedagógica e de formação do professorado em Portugal: algumas questões e algumas teses. In E. D. Rodríguez (Coord.), *Política y educación. El caso de España y Portugal*. Salamanca: Hespérides.

- Patrício, M. F. (1997). Visão prospectiva do professor para os anos 2000. In M. F. Patrício (Org.). *Formar professores para a escola cultural no horizonte dos anos 2000*. III Congresso da Associação de Educação Pluridimensional e da Escola Cultural. Porto: Porto Editora, 57-71.
- Patrício, M. F. (2001). Formação de professores no ensino superior: urgência, problemas e perspectivas – da formação de professores no ensino superior a formação dos professores do ensino superior. In C Reimão (Coord.), *A formação pedagógica dos professores no ensino superior*. Lisboa: Edições Colibri, 73-80.
- Pedrosa, M. A. (2001). Reformas educativas contemporâneas que formação de professores de ciências? *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VI Congreso, 491-492.
- Pedrosa, M. A. & Mateus, A. (2001). Educar em escolas abertas ao mundo – Que cultura e que condições de exercício da cidadania? In A. Veríssimo, A. Pedrosa e R. Ribeiro (Coord.), *Ensino experimental das ciências – (re)pensar o ensino das ciências*. Lisboa: ME-DES (Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário), 141-154.
- Pedrosa, M. A.; Rebelo, I. S.; Dias, M. H. & Veiga, J. (1997). Concepções epistemológicas e de bom professor de ciências. In L. Leite, M. C. Duarte, R. V. Castro, J. Silva, A. P. Mourão e J. Precioso (Orgs.), *Didáticas/Metodologias da Educação*. Braga: Departamento de Metodologias da Educação da Universidade do Minho, 931-950.
- Perales Palacios, F. J. (1993). La investigación sobre resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las ciencias* 11 (2), 170-178.
- Perales Palacios, F. J. & Cañal León, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Pereira, A., & Santiago, R. A. (1999). Construção dos currículos no ensino superior. In R. Marques e M. C. Roldão (Org.), *Reorganização e gestão curricular no ensino básico*. Porto: Porto Editora, 47-62.
- Pereira, M. (1992) (Coord.). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pérez Gómez, A. (1997). O pensamento prático do professor – a formação do professor como profissional reflexivo. In A. Nóvoa (Coord.), *Os Professores e a sua Formação* (3.^a ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote, 93-114.
- Pérez Gómez, A. & Gimeno Sacristán, J. (1992). El pensamiento pedagógico de los profesores: un estudio empírico sobre la incidencia de los cursos de aptitud pedagógica (CAP) y de la experiencia profesional en el pensamiento de los profesores. *Investigación en la escuela*, 17, 51-73.
- Perrenoud, P. (1993). *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas*. Lisboa: Dom Quixote, III.

- Ponte, J. P. (2004) (Coord.). *Implementação do Processo de Bolonha a nível nacional – Grupos por área de conhecimento – Formação de professores* (Parecer: A formação de professores e o processo de Bolonha). Recuperado em 2004, Dezembro 3, de [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/Parecer_formacao_professores\(29Nov\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/Parecer_formacao_professores(29Nov).pdf)
- Ponte, J. P: (2005). O processo de Bolonha e a formação inicial de professores em Portugal. In J. P. Serralheiro (Org.), *O processo de Bolonha e a formação dos educadores e professores portugueses*. Porto: Profedições, 63-73.
- Pope, M. & Scott, E. M. (1988). La epistemología y la práctica de los profesores. In R. Porlán, M. García e P. Cañal (Orgs.), *Constructivismo e enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, 179-191. (Trabalho original em inglês publicado em 1983)
- Popkewitz, T. (1997). Profissionalização e formação de professores: algumas notas sobre a sua história, ideologia e potencial. In A. Nóvoa (Coord.), *Os Professores e a sua Formação* (3.^a ed). Lisboa: Publicações Dom Quixote, 35-50.
- Popper, K. R. (1975). *Conhecimento objectivo: uma abordagem evolucionária*. Belo Horizonte: Itatiaia. (Trabalho original em francês publicado em 1972)
- Popper, K. R. (1989). *Em busca de um mundo melhor*. Lisboa: Editorial Fragmentos.
- Popper, K. R. (1994). *Conjeturas y refutaciones*. Barcelona: Paidós. (Trabalho original em inglês publicado em 1963)
- Porlán Ariza, R (1986). El pensamiento científico y pedagógico de maestros en formación. In R. Porlán, J. García e P. Cañal (Orgs.) (1988), *Constructivismo e enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, 193-203.
- Porlán Ariza R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada.
- Porlán Ariza, R (1994). Las creencias epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes de Magisterio. *Investigación en la escuela*, 22, 67-84.
- Porlán Ariza, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (1), 175-185.
- Porlán Ariza, R. & Martín del Pozo, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique*, 8, 23-32.
- Porlán Ariza, R & Rivero Garcia, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- Porlán Ariza, R.; Rivero García, A. & Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (2), 155-171.

- Porlán Ariza, R.; Rivero García, A. & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (2), 271-288.
- Porlán Ariza, R.; Rivero García, A. & Martín del Pozo, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. In F. J. Perales Palacios e P. Cañal de León (Dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, 507-533.
- Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1988). Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual. In R. Porlán, J. García e P. Cañal (Orgs.), *Constructivismo e enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, 91-114. (Trabalho original em inglês publicado em 1982)
- Postic, M. (1990). Motivation pour le choix de la profession d'enseignant. *Revue française de pédagogie*, 91, 25-36.
- Pozo, J. I.; Postigo, Y. & Gómez Crespo, M. A. (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas de ciencias. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 5, 16-26.
- Praia, J. F. (1991). Dificuldades intrínsecas da formação inicial. Formação contínua como resposta. In Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, *Ciências da educação em Portugal: situação actual e perspectivas*. Porto: SPCE, 543-550.
- Praia, J. F. (1995). *Formação de professores no ensino da geologia: contributos para uma didáctica fundamentada na epistemologia das ciências. O caso da deriva continental*, vol. I. Tese de Doutoramento não publicada. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- 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*, VII, 1, 105-112.
- Praia, J. F. (1999). O trabalho laboratorial no ensino das ciências: contributos para uma reflexão de referência epistemológica. In Conselho Nacional de Educação, *Ensino experimental e construção de saberes*. Lisboa: CNE
- Praia, J. F. & Cachapuz, F. (1994). Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 350-354.
- Pro Bueno, A. (1995). Reflexiones para la selección de los contenidos procedimentales en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 5, 77-87.
- Quivy, R. & Campenhout, L. V. (1992). *Manual de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva. (Trabalho original em francês publicado em 1988)

- Raizen, S. (1991). The reforme of science education in the USA: Déjà vu or de novo? *Studies in science education*, 19, 1-41.
- Raviolo, A.; Siracusa, P. & Herbel, M. (2000). Desarrollo de actitudes hacia el cuidado de la energía: experiencia en la formación de maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (1), 79-86.
- Reid, D. J. & Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea. (Trabalho original em inglês publicado em 1987)
- Reimão, C. (2001). Apresentação do colóquio. In C Reimão (Coord.), *A formação pedagógica dos professores no ensino superior*. Lisboa: Edições Colibri, 19-25.
- Reizinho, E. (1981). *Introdução à pedagogia: teoria e prática*. Lisboa: Publicações Europa-América.
- Riba, C. (1992). Marco de referencia de la investigación en tanto que disciplina social. In J. Rué (Ed.), *Investigar para innovar en educación*. Barcelona: Institut de Ciències de l'educació – Universitat Autònoma de Barcelona.
- Ribeiro, A. C. (1990). *Desenvolvimento curricular* (2.^a ed.). Cacém: Texto Editora.
- Ribeiro, A. C. (1997). *Formar professores – Elementos para uma teoria e prática da formação* (5.^a ed.). Cacém: Texto Editora.
- Rodrigues, A. & Esteves, M. (1993). *A análise de necessidades na formação de professores*. Porto: Porto Editora.
- Rodrigues, M. L.; Duarte, J & Gravito, A. P. (2000). Os portugueses perante a ciência. In M. E. Gonçalves (Org.), *Cultura científica e participação pública*. Oeiras: Celta Editora, 33-39.
- Rodríguez, J. M. (1995). *Formación de profesores y prácticas de enseñanza. Un estudio de caso*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Rodrigo, J. R.; Rodríguez, A. & Marrero, J. (1993). Las teorías implícitas – una aproximación al conocimiento cotidiano. Madrid: Visor.
- Roldão, M. C. (1999). *Os professores e a gestão do currículo. Perspectivas e práticas em análise*. Porto: Porto Editora.
- Roldão, M. C. (2001). A formação como projecto. In B. P. Campos (Org.), *Formação profissional de professores no ensino superior*. Porto: Porto Editora, 6-20.
- Roldão, M. C. (2002). De que falamos quando falamos de competências? *Noesis*, 61, 59-62.
- Roldão, M. C. (2003). *Gestão do currículo e avaliação de competências – As questões dos professores*. Lisboa: Editorial Presença.

- Roth, K. J. (1985). *Food for plants teacher's guide* (Research series n. °153). East Lansing, MI: Institut for research on teaching; Michigan State University.
- Ruíz, J. I. (1999). *Conocimiento Docente y Práctica Educativa – El cambio hacia una enseñanza centrada en el aprendizaje*. Málaga: Aljibe.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1995). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva. (Trabalho original em inglês publicado em 1989)
- Sá-Chaves, I. (1997). A formação de professores numa perspectiva ecológica. Que fazer com esta circunstância? In I. Sá-Chaves (Org.), *Percursos de formação e desenvolvimento profissional*. Porto: Porto Editora, 107-117.
- Sá, J. G. (1994). *Renovar as práticas no 1.º ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- Salinas Fernández, D. (1994). La planificación de la enseñanza: Técnica, sentido común o saber profesional? In J. F. Angulo Rasco e G. Nieves Blanco (Coord.), *Teoría y desarrollo del curriculum*. Málaga: Ediciones Aljibe, 31-41.
- Saltiel, E.; Méheut, M. & 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.
- Sampaio, D. (1996). *Voltei à escola*. Lisboa: Editorial Caminho.
- Sanches, A. (2000, 15 de Junho). Literacia na era da informação. *Público*. Recuperado em 2004, Janeiro 25, de <http://www.centrononio.com/textos/iliteracia.htm>
- Sánchez Blanco, G. & Valcárcel Pérez, M. V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3). 423-437.
- Sanches, M. F. C. & Silva, M. C. B. (1998). Aprender a ensinar: dificuldades no processo de construção do conhecimento pedagógico de conteúdo disciplinar. *Revista de educação*, VII (2), 81-96.
- Sanmartí, N & Izquierdo, M. (1997). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la escuela*, 32, 51-62.
- Santos, B. S. (2002). *Um discurso sobre as ciências*, (13.ª ed.). Porto: Edições Afrontamento.
- Santos, M. E. (1991a). *Mudança Conceptual na Sala de Aula – Um Desafio Pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. (1991b). Dimensão epistemológica do ensino das ciências. In M. T. Oliveira (Coord.), *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta, 43-72.

- Santos, M. E. (1991c). Mudança conceptual na aprendizagem. In M. T. Oliveira (Coord.), *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta, 103-126.
- Santos, M. E. (1994a). Formação de professores no domínio de uma alfabetização científica e tecnológica. In *Actas do IV Encontro Nacional de Docentes de Ciências da Natureza. Investigação didáctica e ensino inovador das ciências do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Santos, M. E. (1994b). *Área escola/escola. Desafios interdisciplinares*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. (1995). A inclusão de materiais CTS nos manuais de ciências. O que temos? O que queremos? In M. Miguéns (Coord.), *Actas do V Encontro Nacional de Docentes – Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre, 243-248.
- Santos, M. E. & Praia, J. F. (1992). Percurso de mudança na didáctica das ciências. Sua fundamentação epistemológica. In A. F. Cachapuz (Coord.), *Ensino das ciências e formação de professores*, (n.º 1). Aveiro: Projecto MUTARE, Universidade de Aveiro, 7-34.
- Santos, M. E. & Valente, M. O: (1995). A inclusão de materiais CTS nos manuais de Ciências. O que temos? O que queremos? In M. Miguéns (Coord.), *Actas do V Encontro Nacional de Docentes – Educação em Ciências da Natureza*. Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre, 243-248.
- Santos, M. P. (2005). Em defesa de um modo “europeu” de formar professores. In J. P. Serralheiro (Org.), *O processo de Bolonha e a formação dos educadores e professores portugueses*. Porto: Profedições, 93-103.
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós. (Trabalho original em inglês publicado em 1987)
- Schön, D. (1997). Formar professores como profissionais reflexivos. In A. Nóvoa (Coord.), *Os professores e a sua formação* (3.ª ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote, 77-91.
- Scribner, S & Cole, M. (1982). Consecuencias cognitivas de la educación formal y informal. *Infancia y aprendizaje*, 17, 3-18.
- Sequeira, M. J. C. (1996). Educação e cultura científica. Algumas reflexões sobre o ensino das ciências em Portugal. *Revista de educação*, VI (1), 113-115.
- Sequeira, M. J. C. (1997). Metodologia do ensino das ciências no contexto ciência-tecnologia-sociedade. In L. Leite, M. C. Duarte, R. V. Castro, J. Silva, A. P. Mourão e J. Precioso (Orgs.), *Didácticas/Metodologias da Educação*. Braga: Departamento de Metodologias da Educação da Universidade do Minho, 165-174.

- Sequeira, M. J. C. (2003). A metodologia do ensino das ciências e os conteúdos científicos dos programas escolares. In A. Neto, J. Nico, J. C. Chouriço, P. Costa e P. Mendes (Orgs), *Didáctica e metodologias da educação – percursos e desafios*, (vol. I). Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 39-49.
- Sequeira, M. & Leite, L. (1988). A história da ciência no ensino-aprendizagem das ciências. *Revista portuguesa de educação*, 1 (2), 29-40.
- Serrano, M. C. & Martins, I. P. (1997). Abordagens multidisciplinares e formação inicial de professores de ciências. In L. Leite, M. C. Duarte, R. V. Castro, J. Silva, A. P. Mourão e J. Precioso (Orgs.), *Didácticas/Metodologias da Educação*. Braga: Departamento de Metodologias da Educação da Universidade do Minho, 891-898.
- Serrão, J. (s.d.). Perspectiva histórica. In M. Silva e M. I. Tamen (Coord.), *Sistema de Ensino em Portugal*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Shayer, M. & Adey, P. (1986). *La ciencia de enseñar ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo* (2ª ed.). Madrid: Narcea.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Shulman, L. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. In M. C. Wittrock (Ed.), *La investigación de la enseñanza, I – Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós Educador, 9-91. (Trabalho original em inglês publicado em 1986)
- Shulman, L. (1993). Renewing the pedagogy of teacher education: the impact of subject-specific conceptions of teaching. In M. L. Montero e J. M. Vez (Eds.), *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago: Tórculo, 53-69.
- Simão, J. V. (2001). À procura da qualidade e da excelência, no ensino superior. In C. Reimão (Org.), *A formação pedagógica dos professores no ensino superior*. Lisboa: Edições Colibri, 105-109.
- Simões, A. (1991). Alfabetização de adultos. In Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação. *Ciências da educação em Portugal: situação actual e perspectivas*. Porto: SPCE, 489-502.
- Simões, G. (2000). *A avaliação do desempenho docente*. Cacém: Texto Editora.
- Simões, M. C. (1992). *O diálogo sujeito – objecto na produção de novas coordenações cognitivas*. Lisboa: Rumo.
- Solbes, J. & Vilches, A. (1989). Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las ciencias*, 7 (1), 14-20.

- Solbes, J. & 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. & 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.; Vilches, A. & Gil Pérez, D. (2001). ¿Alfabetización científica versus ciencia para futuros científicos? *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VI Congreso, 85-86.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.
- Solomon, J. (1995). *Science in school and the future of scientific culture in Europe*. The European Report. Recuperado em 2003, Novembro 17, de <http://www.lip.pt/IP/whitepaper/annex.html>
- SPCE – Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação (1995). *Ciências da educação: investigação e acção*. (II vol.). Porto, DC: Autor.
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid: Morata.
- Sthenhouse, L. (1987). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid: Morata.
- Strike, K. A. e Posner, G. J. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4 (3), 231-240.
- Tavares, J. (1997). A formação como construção do conhecimento pedagógico. In I. Sá-Chaves (Org.), *Percursos de formação e desenvolvimento profissional*. Porto: Porto Editora, 59-73.
- Tavares, J. & Alarcão, I. (2002). *Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem* (5.^a reimp.). Coimbra: Almedina.
- Tavares, J. & Brzezinski, I. (1999). *Construção do conhecimento profissional: um novo paradigma científico e de formação*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Teodoro, A. (1994). *A carreira docente – formação, avaliação, progressão*. Cacém: Texto Editora.
- Terceiro quadro comunitário de apoio. Recuperado em 2004, Abril 18, de <http://www.qca.pt/acessibilidade/po/pocti/html/pg006.html>
- Thomaz, M. F.; Cruz, M. N.; Martins, I. P. & Cachapuz, A. F. (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias* 14 (3), 315-322.

- Thompson, A. (1992). Teachers beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In D. A. Grows (Ed.), *Handbook of research in Mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.
- Tomanek, D. (1994). A case of dilemmas: exploring my assumptions about teaching science. *Science education*, 78 (5), 399-414.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana, I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza. (Trabalho original em inglês publicado em 1972)
- Trindade, M. N. (2003). Literacia versus alfabetização: novos/velhos desafios na era da globalização?. In A. Neto, J. Nico, J. C. Chouriço, P. Costa e P. Mendes (Orgs), *Didáctica e metodologias da educação – percursos e desafios*, (vol. I). Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 63-78.
- Trindade, V. M. (1995). Alguns problemas dos conteúdos curriculares da formação inicial dos professores de Ciências (e Matemática) da Universidade de Évora. In L. Blanco Nieto e V. Mellado Jiménez (Coord.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. Badajoz: Diputación Provincial de Badajoz, 399-412.
- Trindade, V. M. (1996a). *Estudo da atitude científica dos professores: do que se pensa ao que se faz*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Trindade, V. M. (1996b). A educação em Ciência algumas reflexões. *Revista de educação*, VII (1), 127-132.
- Trindade, V. M. (1996c). Problemas de currículo na formação inicial de professores. In E. D. Rodríguez (Coord.), *Política y educación. El caso de España y Portugal*. Salamanca: Hespérides, 75-110.
- Trindade, V. M. (2003). Uma perspectiva didáctica para o ensino das ciências. In A. Neto, J. Nico, J. C. Chouriço, P. Costa e P. Mendes (Orgs), *Didáctica e metodologias da educação – percursos e desafios*, (vol. II). Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 1075-1095.
- Trindade, V. M. & Bonito, J. M. (1999). As actividades práticas laboratoriais em Geociências: importância, metodologias e práticas. In V. M. Trindade (Coord.), *Metodologias do ensino das ciências – Investigação e prática dos professores*. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, 303-326.
- UNESCO (1975). *Guia prático de alfabetização funcional*. Lisboa: Editorial Estampa. (Trabalho original em francês publicado em 1972)
- UNESCO (1977). *Novo manual da UNESCO para o ensino das ciências*, (vol. I). Lisboa: Editorial Estampa. (Trabalho original em inglês publicado em 1973)

- UNESCO (1977). *Novo manual da UNESCO para o ensino das ciências*, (vol. II). Lisboa: Editorial Estampa. (Trabalho original em inglês publicado em 1973)
- UNESCO–ICSU (1999). *Declaração sobre a ciência e o uso do saber científico*. Paris, DC: Autor.
- Utges, G.; Jardon, A.; Fernández, P. & Welte, R. (1997). Concepciones de los profesores argentinos sobre la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. V Congreso, 135-136.
- Vale, J. M. F. (1998). Educação científica e sociedade. In R. Nardi (Org.), *Questões actuais no ensino de ciências*. S. Paulo: Escrituras, 1-7.
- Valente, M. O. (1980). Da natureza da ciência à atmosfera das aulas de Física. *Gazeta da Física*, VII, 1-7.
- Valente, M. O. (1992). Percursos de investigação do projecto Dianóia. *Inovação*, 5 (2-3), 53-63.
- Valente, M. O. (1996). O ensino das ciências em Portugal. *Revista de educação*, VII (1), 103-104.
- Valente, M. O. (1999). As vozes das escolas. In Conselho Nacional de Educação (Ed.), *Ensino experimental e construção de saberes*. Lisboa: CNE, 133-164.
- Valente, M. O. (2002a). *Literacia e educação científica*. Recuperado em 2004, Abril 22, de http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/mvalente/literacia_e_educacao_cientifica.pdf
- Valente, M. O. (2002b). História da formação de professores na faculdade de ciências de Lisboa e do departamento de educação. *Revista de Educação*, XI (1), 7-15.
- Valente, M. O. & Bárrios, A. (1986). Que razões levam os alunos à frequência de um curso de formação de professores. *Revista de educação*, I (1), 13-24.
- Valente, M. O.; Sequeira, A. P.; Abreu, I.; Teixeira, L. F. & Tojal, M. O. (1990) *Prática pedagógica. Análise de situação*. Vol. 2. Lisboa: GEP-ME
- Varela Nieto, M. P. & Martínez Aznar, M. M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (2), 173-188.
- Vaz, A. N. (2000). *Formação inicial de professores de Biologia e Geologia. Percepções dos professores estagiários sobre o currículo e sobre o estágio pedagógico*. Tese de Mestrado não publicada. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação, Universidade de Évora.
- Vázquez Alonso, A. & Manassero Mas, A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (3), 337-346.

- Vázquez Alonso, A. & Manassero Mas, A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas com la ciência. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (2), 199-213.
- Vázquez Bernal, B. & Jiménez Pérez, R. (1999). Importancia de la discusión a través de la evaluación en la resolución de problemas en Física Y Química integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje. In S. García, C. Martínez, M. Mondelo & P. Veja (Org.), *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*. Coruña: Departamento de Pedagogia e Didáctica das Ciências Experimentais da Universidade da Coruña, 675-685.
- Vecchi e Giordan (1990). *L'enseignement scientifique: comment faire pour que "ça marche?"*. Nice: Z'édicions.
- Veiga, M. L. (1992). A educação científica e a sua avaliação. *Cadernos escola cultural*, 24. Évora: AEPEC.
- Veiga M. L. (2002). O estado da união entre actividades experimentais, novas tecnologias e manuais escolares. *Educação em Ciências – VII Encontro Nacional*. Faro: Universidade do Algarve, 44-51.
- Veríssimo, A. & Ribeiro, R. (2001). Educação em ciências e cidadania: porquê, onde e como. In A. Veríssimo, A. Pedrosa e R. Ribeiro (Coord.), *Ensino experimental das ciências – (re)pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Vilches, A. & Furió Más, C (1999). *Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI*. Comunicación presentada en el I Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias, OEI, Cuba. Recuperado em 2003, Outubro 10, de <http://www.campus-oei.org/cts/ctseduccion.htm>
- Voss, B. (1983). A Summary of research in science educational. 1981 *Science education* (3), 67.
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Editorial Critica. (Trabalho original em russo publicado em 1935)
- Wagner, D. A. (1998). *Alfabetización: construir el futuro*. Paris: UNESCO, Oficina Internacional de Educación.
- Wallace, M. (1991). *Training foreign language teachers. A reflective approach*. Oxford: OUP.
- Watts, M. (1991). *The science of problem-solving. A practical guide for science teachers*. Londres: Cassell.
- 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.

- Williams, R.; Rockwell, R. e Sherwood, E. (1995). *Ciência para Crianças*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Woolfolk, A. E. & McCune, L. (1989). *Psicologia de la educacion para profesores* (4ª ed.). Madrid: Narcea. (Trabalho original em inglês publicado em 1980)
- Yager, R. E. & Penick, J. (1983). Analysis of the current problems with school science in the United States of America. *European journal of science education*, 5 (4), 463-469.
- Yager, R. E. & Tamir, P. (1993). STS approach: reasons intentions, accomplishments and outcomes. *Science education*, 77 (6), 637-658.
- Zaballa, A. (1995). Los enfoques didácticos. In C. Coll, E. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I Solé & A. Zaballa (Eds.), *El constructivismo en la aula*. Barcelona: Graó, 125-161.
- Zabalza, M. (1987). *Diseno y desarrollo curricular*. Madrid: Editorial Narcea.
- Zabalza, M. (1994). *Diários de aula – contributo para o estudo dos dilemas práticos dos professores*. Porto: Porto Editora. (Trabalho original em castelhano publicado em 1991)
- Zabalza, M. A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Madrid: Editorial Narcea.
- Zapata Castañeda, P. N. (2001). Actitudes de los profesores de ciencias hacia el aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*. Número Extra. VI Congreso, 503-504.
- Zeichner, K. (1983). Alternative paradigms of teacher education. *Journal of teacher education* 34 (3), 3-9.
- Zeichner, K. M. (1993). *A formação reflexiva de professores: ideias e práticas*. Lisboa: Educa.
- Zeichner, K. (1997). Novos Caminhos para o *practicum*: uma perspectiva para os anos 90. In A. Nóvoa (Coord.), *Os Professores e a sua Formação*, (3.ª ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote, 115-138.
- Ziman, J. (1986). Science education – for whom. In J. Brown, A. Cooper, Tootes e D. Zeldin (Eds.), *Science in school*. Milton Keynes: OUP.

LEGISLAÇÃO CONSULTADA

- Diário do Governo (1967, 10 de Março). *Decreto-Lei n.º 47 587*, pp. 269-270, 59 (IS).
- Diário do Governo (1968, 29 de Maio). *Decreto n.º 48 406*, pp. 839-840, 128 (IS).
- Diário do Governo (1968, 9 de Setembro). *Decreto n.º 48 572*, pp. 1343-1377, 213 (IS).
- Diário do Governo (1968, 12 de Outubro). *Decreto n.º 48 627*, pp. 1553-1556, 241 (IS).
- Diário do Governo (1969, 17 de Fevereiro). *Decreto n.º 48 868*, pp. 160-162, 32 (IS).
- Diário do Governo (1969, 25 de Agosto). *Decreto n.º 49 204*, pp. 1067-1072, 198 (IS).
- Diário do Governo (1971, 23 de Outubro). *Decreto n.º 443/71*, pp. 1592-1597, 250 (IS).
- Diário do Governo (1973, 25 de Julho) *Lei n.º 5/73*, pp. 1315-1321, 173 (IS).
- Diário do Governo (1976, 23 de Janeiro) *Decreto-Lei n.º 59/76*, p.128, 19 (IS).
- Diário do Governo (1976, 23 de Junho) *Despacho n.º 164/76*, p. 4028, 145 (IS).
- Diário do Governo (1976, 27 de Julho) *Decreto-Lei n.º 616/76*, p. 1706, 174 (IS).
- Diário do Governo (1976, 31 de Dezembro) *Decreto n.º 925/76*, pp. 2900(61)-2900(62), 303 (IS).
- Diário do Governo (1977, 14 de Outubro) *Decreto-Lei n.º 427-B/77*, pp. 2492(5)-2492(6), 238(IS).
- Diário do Governo (1978, 18 de Julho) *Decreto-Lei n.º 183/78*, pp.1319-1320, 163 (IS).
- Diário do Governo (1978, 27 de Julho) *Decreto-Lei n.º 210/78*, p. 1519, 171 (IS).
- Diário do Governo (1978, 28 de Julho) *Lei n.º 61/78*, p.1530-1531, 172 (IS).
- Diário do Governo (1978, 4 de Agosto) *Portaria n.º 438/78*, p. 1605-1607, 178 (IS).
- Diário do Governo (1978, 8 de Novembro) *Portaria n.º 649/78*, p. 2340-2342, 257 (IS).
- Diário do Governo (1978, 10 de Novembro) *Portaria n.º 652/78*, p. 2352-2353, 259 (IS).
- Diário da República (1978, 4 de Dezembro) *Despacho n.º 103/78*, pp. 7322-7324, 278 (II).
- Diário da República (1978, 16 de Dezembro). *Despacho n.º 334/78*, pp. 7605-7606, 288 (IS).
- Diário da República (1978, 22 de Dezembro) *Portaria n.º 756/78*, pp. 2722-2724, 293 (IS).

- Diário da República (1978, 22 de Dezembro) *Decreto-Lei n.º 423/78*, p. 2731, 293 (IS).
- Diário da República (1979, 16 de Agosto) *Portaria n.º 431/79*, pp. 1922-1925, 188 (IS).
- Diário da República (1979, 26 de Dezembro) *Decreto-Lei n.º 513-T/79*, pp.3350(60)-3350(64), 296 (IS 3.º Suplemento).
- Diário da República (1979, 29 de Dezembro). *Decreto-Lei n.º 519-T1/79*, pp. 3446 (129)-3446 (135), 299 (IS).
- Diário da República (1980, 29 de Maio) *Decreto-Lei n.º 173/80*, pp. 1255-1257, 124 (IS).
- Diário da República (1980, 19 de Setembro) *Portaria n.º 685/80*, pp. 2821-2823, 217 (IS).
- Diário da República (1980, 6 de Outubro) *Despacho Normativo n.º 323/80*, pp. 3141-3143, 231 (IS).
- Diário da República (1980, 6 de Outubro). *Portaria n.º 791/80*, p. 3138, 231 (IS).
- Diário da República (1980, 31 de Dezembro). *Decreto-Lei n.º 580/80*, pp. 4244(27)-4244(34), 301 (IS).
- Diário da República (1981, 11 de Setembro). *Portaria n.º 792/81*, p. 2423, 209 (IS).
- Diário da República (1981, 2 de Dezembro) *Portaria n.º 1031/81*, pp. 3146-3150, 277 (IS).
- Diário da República (1982, 3 de Novembro). *Decreto n.º 125/82*, pp. 3683-3685, 254 (IS).
- Diário da República (1982, 5 de Novembro). *Portaria n.º 1022/82*, p. 3729, 3734, 256 (IS).
- Diário da República (1983, 2 de Março). *Portaria n.º 176/83*, p. 744, 50 (IS).
- Diário da República (1983, 6 de Outubro). *Despacho Conjunto n.º 1/83*, p. 8477, 230 (IIS).
- Diário da República (1984, 23 de Julho). *Portaria n.º 494/84*, pp. 2242-2243, 169 (IS).
- Diário da República (1985, 8 de Maio). *Decreto-Lei n.º 150-A/85*, pp. 1244(1)-1244(4), 105 (IS).
- Diário da República (1986, 8 de Julho). *Portaria n.º 352/86*, pp. 1626-1629, 154 (IS).
- Diário da República (1986, 14 de Outubro). *Lei n.º 46/86*, pp. 3068-3081, 237 (IS).
- Diário da República (1988, 19 de Agosto). *Decreto-Lei n.º 287/88*, pp. 3444-3453, 191 (IS).
- Diário da República (1988, 29 de Setembro). *Portaria n.º 7659/88*, pp. 3986-3990, 226 (IS).

- Diário da República (1989, 29 de Agosto). *Decreto-Lei n.º 286/89*, pp. 3638-3644, 198 (IS).
?
- Diário da República (1989, 11 de Outubro). *Lei n.º 344/89*, pp. 4426-4431, 234 (IS).
- Diário da República (1989, 11 de Outubro). *Decreto-Lei n.º 345/89*, pp. 4431-4432, 234 (IS).
- Diário da República (1990, 28 de Abril). *Decreto-Lei n.º 139-A/90*, pp.2040(2)-2040(19), 98 (IS).
- Diário da República (1992, 20 de Junho). *Despacho Normativo n.º 98-A/92*, p.2908 (2), 140 (IS-B).
- Diário da República (1993, 5 de Maio). *Decreto Regulamentar n.º 14/93*, p.2314, 104 (IS).
- Diário do Governo (1993, 7 de Setembro). *Despacho. 4/VR/93*, pp.9352(26)-9352(35), 210 (IIS).
- Diário do Governo (1993, 15 de Setembro). *Despacho Normativo n.º 644-A/94*, p.5556(2), 214 (IS-B suplemento).
- Diário da República (1994, 21 de Novembro). *Lei n.º 38/94*, pp.6906-6907, 269 (IS).
- Diário da República (1997, 23 de Abril). *Decreto-Lei n.º 95/97*, pp.1831-1833, 95 (IS).
- Diário da República (1997, 29 de Abril). *Decreto-Lei n.º 105/97*, p.1944, 99 (IS).
- Diário da República (1997, de 30 de Julho). *Despacho n.º 4848/97*, p.9141, 174 (IIS).
- Diário da República (1997, 19 de Setembro). *Lei n.º 115/97*, pp. 5082-5083, 217 (IS).
- Diário da República (1998, 2 de Janeiro). *Decreto-Lei n.º 1/98*, p.1-28, 1 (IS).
- Diário da República (1998, 4 de Maio). *Decreto-Lei n.º 115-A/98*, pp. 1988(2)-1988(14), 102 (IS-A Suplemento).
- Diário da República (1998, 15 de Maio). *Decreto Regulamentar n.º 11/98*, p.2292, 112 (IS-B).
- Diário da República (1998, 25 de Setembro). *Decreto-Lei n.º 296-A/98*, pp. 4966(2)-4966(7), 222 (IS-A Suplemento).
- Diário da República (1999, 3 de Março). *Despacho conjunto n.º 198/99*, pp. 3136-3139, 52 (IIS).
- Diário da República (1999, 30 de Março). *Decreto-Lei n.º 99/99*, pp.1760-1761, 75 (IS-A).
- Diário da República (1999, 14 de Maio). *Despacho n.º 9590/99*, pp.7217-7218, 112 (IIS).

Diário da República (1999, 7 de Junho). *Decreto-Lei n.º 194/99*, pp. 3158-3163, 131 (IS).

Diário da República (2000, 15 de Dezembro). *Deliberação n.º 1488/2000*, pp. 20100–20102, 288 (IIS)

Diário da República (2001a, 18 de Janeiro). *Decreto-Lei n.º 6/2001*, pp. 258-264, 15 (IS).

Diário da República (2001b, 18 de Janeiro). *Decreto-Lei n.º 7/2001*, pp. 265-272, 15 (IS).

Diário da República (2001, 19 de Julho). *Despacho Normativo n.º 30/2001*, p.4438, 166 (IS-B).

Diário da República (2001, 30 de Agosto). *Decreto-Lei n.º 240/2001*, pp. 5569-5575, 201 (IS).

Diário da República (2002, 3 de Abril). *Deliberação n.º 515/02*, pp.6045-6046, 78 (IIS).

Diário da República (2002, 6 de Junho). *Despacho n.º 5020/02*, p.4345, 55 (IIS).

Diário da República (2002, 17 de Outubro). *Decreto-Lei n.º 209/02*, p.6807, 240 (IS-A).

Diário da República (2003, 6 de Janeiro). *Lei n.º 01/2003*, pp.24-31, 4 (IS).

Diário da República (2003, 7 de Fevereiro). *Decreto-Lei n.º 26/2003*, pp.844-854, 32 (IS).

APÊNDICES

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Departamento de Pedagogia e Educação

Questionário

O presente questionário é um dos instrumentos do estudo empírico que estamos a desenvolver no âmbito da tese de doutoramento, *Promover a literacia científica: concepções e práticas dos professores de ciências em formação inicial* –, para ser aplicado a professores estagiários das licenciaturas em ensino de Biologia/Geologia e Física/Química da Universidade de Évora.

OBJECTIVOS

- Identificar as concepções que enquadram a Prática Pedagógica de professores estagiários de Biologia/Geologia e de Física/Química, relacionadas com diferentes aspectos do processo de ensino/aprendizagem.

Os elementos obtidos visam avaliar a coerência entre as concepções dos professores estagiários e as Orientações Curriculares para o Ensino Básico na área de Ciências Físicas e Naturais.

APRESENTAÇÃO

O Questionário é constituído por duas partes:

- 1.ª Parte – Identificação (questões 1, 2 e 3).
- 2.ª Parte – Concepções dos professores estagiários
 - Secção A – Concepções sobre desenvolvimento curricular (questões 1 e 2)
 - Secção B – Concepções relacionadas com a cultura em ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (questões 3, 4 e 5)

INSTRUÇÕES

1. Leia, atentamente, cada questão.
2. Siga as instruções que são fornecidas para cada resposta.
3. Exprima as suas opiniões de acordo com o que efectivamente pensa.
4. Não deixe nenhuma questão sem resposta.

Antecipadamente, muito obrigada pela colaboração

Isabel Fialho

1.ª Parte

IDENTIFICAÇÃO

Escola onde lecciona _____

1. Género M F
2. Idade _____ anos
3. Curso: Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia
Licenciatura em Ensino de Física e Química

2.ª Parte

CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES ESTAGIÁRIOS

Secção A CONCEPÇÕES SOBRE DESENVOLVIMENTO CURRICULAR

1. Avalie a importância de cada um dos objectivos a seguir enunciados, na perspectiva da educação em ciências, ao nível do 3.º ciclo do ensino básico.

Assinale com uma cruz (X) a quadrícula correspondente à sua opinião, de acordo com a seguinte escala

Nada Importante (NI)
Pouco Importante (PI)
Importante (I)
Muito Importante (MI)

1.1 Promover a compreensão dos principais conceitos, leis e teorias da ciência.	NI	PI	I	MI
1.2 Desenvolver a capacidade de resolução de problemas.	NI	PI	I	MI
1.3 Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciência.	NI	PI	I	MI
1.4 Proporcionar a aquisição de conhecimentos científico-tecnológicos, necessários ao prosseguimento dos estudos.	NI	PI	I	MI
1.5 Promover a compreensão da construção e do desenvolvimento do conhecimento científico.	NI	PI	I	MI
1.6 Desenvolver a capacidade de tomar decisões fundamentadas, perante o desenvolvimento científico e tecnológico.	NI	PI	I	MI
1.7 Fomentar o respeito pela ciência como conhecimento universalmente verdadeiro.	NI	PI	I	MI
1.8 Desenvolver a compreensão das potencialidades e limites da ciência e da tecnologia.	NI	PI	I	MI
1.9 Desenvolver a capacidade de utilizar o método científico.	NI	PI	I	MI
1.10 Promover o conhecimento de aplicações da ciência e tecnologia no dia-a-dia.	NI	PI	I	MI
1.11 Promover o conhecimento das etapas do método científico.	NI	PI	I	MI
1.12 Promover a compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos genéricos, relacionados com o quotidiano dos alunos.	NI	PI	I	MI
1.13 Desenvolver a capacidade de utilizar procedimentos instrumentais (manuseio de instrumentos de medida, montagem de dispositivos ...)	NI	PI	I	MI
1.14 Desenvolver a capacidade de realizar investigação científica.	NI	PI	I	MI
1.15 Outros (especifique).				

2. As afirmações desta questão referem-se a diferentes atitudes do professor de ciências, em situação de prática pedagógica. Indique qual deve ser, na sua opinião, a atitude do professor de ciências.

Assinale com uma cruz (X) a quadrícula correspondente à sua opção, de acordo com a seguinte escala:

Discordo Totalmente (DT)
Discordo (D)
Concordo (C)
Concordo Totalmente (CT)

2.1 Dar exemplos de como ideias importantes se divulgaram, foram aceites e desenvolvidas ou rejeitadas e substituídas, para que os alunos compreendam a história da ciência.	DT	D	C	CT
2.2 Promover a resolução de exercícios do manual escolar, para facilitar a consolidação de conhecimentos.	DT	D	C	CT
2.3 Corrigir, sempre que possível, as ideias erradas dos alunos.	DT	D	C	CT
2.4 Colocar maior ênfase nos procedimentos do que nos resultados das actividades experimentais.	DT	D	C	CT
2.5 Fornecer o protocolo das actividades experimentais para que os alunos cheguem mais rapidamente aos resultados esperados.	DT	D	C	CT
2.6 Apresentar os conteúdos sob a forma de mapas de conceitos, para facilitar a compreensão e aprendizagem dos mesmos.	DT	D	C	CT
2.7 Levar os alunos a explorar situações do dia-a-dia que permitam avaliar as potencialidades e limitações da ciência e da tecnologia.	DT	D	C	CT
2.8 Levar os alunos a usar as novas tecnologias de informação e comunicação, na pesquisa e recolha de informação.	DT	D	C	CT
2.9 Estimular a aplicação de conhecimentos e processos científicos, na interpretação de fenómenos do quotidiano e/ou de novos fenómenos.	DT	D	C	CT
2.10 Estimular o uso de questões do tipo: “como?”, “quando?”, “porquê?”, “onde?”, “o quê?”.	DT	D	C	CT

(continuação)

2.11 Promover a realização de experiências, para que os alunos compreendam como se constrói o conhecimento científico.	DT	D	C	CT
2.12 Levar os alunos a reflectir sobre as suas ideias e a tomá-las como ponto de partida, no ensino/aprendizagem de novos conceitos.	DT	D	C	CT
2.13 Organizar os conteúdos curriculares de forma sistematizada, sequencial e linear.	DT	D	C	CT
2.14 Relatar aspectos da história da ciência, que evidenciem relações entre ciência, tecnologia e sociedade.	DT	D	C	CT
2.15 Promover actividades em que os alunos analisem informação sobre o contexto em que surgiram os conceitos e como evoluíram.	DT	D	C	CT
2.16 Promover investigações em que os alunos têm de planear e executar actividades experimentais.	DT	D	C	CT
2.17 Privilegiar a dimensão científica, no debate de temas polémicos (sexualidade, toxicodependência, tabagismo, alcoolismo, ...)	DT	D	C	CT
2.18 Organizar o ensino/aprendizagem, de acordo com as características psicológicas e sociais, médias da turma.	DT	D	C	CT
2.19 Apresentar situações problemáticas e orientar os alunos, para que cheguem à solução mais correcta ou aos conceitos pretendidos.	DT	D	C	CT
2.20 Fornecer “apontamentos” sobre os principais conceitos, para os alunos registarem no caderno.	DT	D	C	CT
2.21 Promover o debate de questões sobre a natureza da ciência (papeis da teoria e da hipótese, metodologia científica, a ciência como actividade humana e social...).	DT	D	C	CT
2.22 Implementar actividades que exijam a mobilização e articulação de saberes de diferentes áreas científicas.	DT	D	C	CT
2.23 Realizar actividades experimentais para demonstrar conceitos e/ou teorias.	DT	D	C	CT
2.24 Utilizar o manual escolar, como principal recurso na preparação das actividades de ensino/aprendizagem.	DT	D	C	CT

(continuação)

2.25 Promover actividades em que os alunos avaliem as implicações sociais e/ou ambientais da ciência e tecnologia.	<table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>CT</td> </tr> </table>	DT	D	C	CT
DT	D	C	CT		
2.26 Organizar os conteúdos curriculares, em função das necessidades e dos interesses dos alunos.	<table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>CT</td> </tr> </table>	DT	D	C	CT
DT	D	C	CT		
2.27 Criar situações problemáticas sobre diversos temas, para que os alunos utilizem metodologia científica.	<table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>CT</td> </tr> </table>	DT	D	C	CT
DT	D	C	CT		
2.28 Recorrer a diferentes fontes de informação (artigos/suplementos da imprensa diária e semanal, programas televisivos, Internet, conhecimentos do senso comum), para preparar actividades de ensino/aprendizagem.	<table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>CT</td> </tr> </table>	DT	D	C	CT
DT	D	C	CT		
2.29 Utilizar diferentes recursos audiovisuais, de modo a aumentar a motivação dos alunos, facilitando a aprendizagem dos conteúdos	<table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>CT</td> </tr> </table>	DT	D	C	CT
DT	D	C	CT		
2.30 Definir previamente os conteúdos, depois os objectivos e, por fim, seleccionar as estratégias mais adequadas.	<table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>CT</td> </tr> </table>	DT	D	C	CT
DT	D	C	CT		

Secção B CONCEPÇÕES SOBRE

CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE

3. Avalie as concepções sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a seguir referidas.

Assinale com uma cruz (X) a quadrícula correspondente à sua opinião, utilizando a seguinte escala

Discordo Totalmente (DT)
Discordo (D)
Concordo (C)
Concordo Totalmente (CT)

3.1 Os conhecimentos científicos e tecnológicos são necessários para resolver problemas do quotidiano.	DT	D	C	CT
3.2 O conhecimento científico é uma forma de conhecimento objectiva e correcta.	DT	D	C	CT
3.3 Os desenvolvimentos científico e tecnológico devem ser controlados pelos políticos.	DT	D	C	CT
3.4 A ciência e a tecnologia contribuem para o bem-estar e para melhorar a qualidade de vida.	DT	D	C	CT
3.5 A sociedade deve participar nas tomadas de decisão sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.	DT	D	C	CT
3.6 Os valores éticos devem condicionar os desenvolvimentos científico e tecnológico.	DT	D	C	CT
3.7 Só os especialistas devem tomar decisões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.	DT	D	C	CT
3.8 A ciência e a tecnologia têm desenvolvimentos independentes.	DT	D	C	CT
3.9 Os progressos científico e tecnológico condicionam o desenvolvimento da sociedade.	DT	D	C	CT
3.10 Muitos problemas sociais e ambientais são uma consequência do progresso científico e tecnológico.	DT	D	C	CT
3.11 Na produção do conhecimento científico, a criatividade e a intuição são tão importantes, como o rigor metodológico.	DT	D	C	CT
3.12 A actividade científica é realizada exclusivamente por cientistas.	DT	D	C	CT
3.13 A ciência é um produto da actividade humana, do contexto e da cultura em que se desenvolve.	DT	D	C	CT
3.14 A ciência é o resultado do trabalho de cientistas que procuram satisfazer a sua curiosidade e/ou os seus interesses.	DT	D	C	CT

4. Indique o nível de conhecimentos que julga possuir em relação a diferentes temas actuais que possam constituir temáticas de ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, passíveis de ser abordados na sala de aula.

Assinale com uma cruz (X) a quadrícula correspondente à sua opção, em relação a cada um dos temas apresentados, utilizando a seguinte escala:

Não conheço (NC)
Conheço pouco (CP)
Conheço o suficiente (CS)
Conheço bem (CB)
Conheço muito bem (CMB)

4.1 SIDA (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida)	NC	CP	CS	CB	CMB
4.2 Diabetes	NC	CP	CS	CB	CMB
4.3 Radiação dos telemóveis	NC	CP	CS	CB	CMB
4.4 Antrax	NC	CP	CS	CB	CMB
4.5 Nitrofurano	NC	CP	CS	CB	CMB
4.6 Radioactividade	NC	CP	CS	CB	CMB
4.7 Raios ultravioletas	NC	CP	CS	CB	CMB
4.8 Raios infravermelhos	NC	CP	CS	CB	CMB
4.9 Conservantes alimentares	NC	CP	CS	CB	CMB
4.10 Aditivos alimentares	NC	CP	CS	CB	CMB
4.11 Colesterol	NC	CP	CS	CB	CMB
4.12 Alimentos transgénicos	NC	CP	CS	CB	CMB
4.13 Incineração	NC	CP	CS	CB	CMB
4.14 Chuvas ácidas	NC	CP	CS	CB	CMB
4.15 Efeito de estufa	NC	CP	CS	CB	CMB
4.16 Fosfatos	NC	CP	CS	CB	CMB
4.17 CFCs (clorofluorcarbonetos)	NC	CP	CS	CB	CMB
4.18 Buraco de ozono	NC	CP	CS	CB	CMB

(continuação)

4.19 Aterro sanitário	NC	CP	CS	CB	CMB
4.20 ETAR (estação de tratamento de águas residuais)	NC	CP	CS	CB	CMB
4.21 Aerossóis	NC	CP	CS	CB	CMB
4.22 Compostagem	NC	CP	CS	CB	CMB
4.23 Desenvolvimento sustentável	NC	CP	CS	CB	CMB
4.24 Clonagem	NC	CP	CS	CB	CMB
4.25 Fecundação “in vitro”	NC	CP	CS	CB	CMB
4.26 Inseminação artificial	NC	CP	CS	CB	CMB
4.27 Energia atômica	NC	CP	CS	CB	CMB
4.28 Energias alternativas	NC	CP	CS	CB	CMB
4.29 Gás natural	NC	CP	CS	CB	CMB
4.30 Energia nuclear	NC	CP	CS	CB	CMB

5. Indique as principais fontes de informação, onde adquiriu os conhecimentos que referiu na questão anterior.

Assinale com uma cruz (X) as quadrículas correspondentes às opções escolhidas.

5.1 Manuais escolares	<input type="checkbox"/>
5.2 Livros científicos	<input type="checkbox"/>
5.3 Revistas de divulgação científica/tecnológica	<input type="checkbox"/>
5.4 Enciclopédias	<input type="checkbox"/>
5.5 Internet	<input type="checkbox"/>
5.6 Artigos/suplementos da imprensa diária/semanal	<input type="checkbox"/>
5.7 Visitas a museus ou exposições temáticas	<input type="checkbox"/>

(continuação)

5.8 Televisão (noticiários ou programas específicos)	<input type="checkbox"/>
5.9 Participação em congressos/seminários sobre temas específicos	<input type="checkbox"/>
5.10 Cursos de especialização	<input type="checkbox"/>
5.11 Disciplinas científicas do curso	<input type="checkbox"/>
5.12 Disciplinas pedagógicas do curso	<input type="checkbox"/>
5.13 Outras (especifique).	

Obrigada pela sua colaboração

AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM LITERACIA CIENTÍFICA

- SEXO M F
- IDADE ____ anos

Este teste não conta para a tua avaliação. Serve apenas para obter dados para um trabalho de investigação, em que se pretende verificar as tuas competências em literacia científica (avaliar criticamente dados científicos, reconhecer questões investigáveis cientificamente, aplicar conhecimento científico a situações).

Resolve o teste individualmente, lê atentamente os textos e tenta responder às questões o melhor que fores capaz.

Texto

(os algarismos à esquerda do texto indica o número das linhas)

A camada de ozono

1 A atmosfera é um imenso reservatório de ar e um recurso natural dos mais
 2 preciosos para a manutenção da vida na Terra. Infelizmente, a prioridade que as
 3 actividades humanas dão a certos interesses nacionais, ou pessoais, está a destruir este
 4 recurso comum, nomeadamente, reduzindo a frágil camada de ozono que serve de escudo
 5 protector da vida na Terra.

6 Uma molécula de ozono é constituída por três átomos de oxigénio, enquanto uma
 7 molécula de oxigénio é constituída apenas por dois átomos de oxigénio. As moléculas de
 8 ozono são raríssimas: há menos de dez por cada milhão de moléculas existentes no ar.
 9 Todavia, desde há cerca de mil milhões de anos, a sua presença na atmosfera tem
 10 desempenhado um papel vital para a manutenção da vida na Terra.

11 Consoante a altura a que se encontra, o ozono tanto pode preservar a vida terrestre
 12 como prejudicá-la. O ozono na troposfera (até 10 km acima da superfície da Terra) é
 13 “mau” e pode deteriorar os tecidos pulmonares e as plantas. Contudo, cerca de 90% do
 14 ozono que se encontra na estratosfera (entre 10km e 40 km acima da superfície da Terra) é

15 “bom”, e desempenha um papel benéfico, absorvendo os raios ultravioletas mais perigosos
 16 (UV-B) emitidos pelo Sol.

17 Sem esta camada de ozono benéfico, os seres humanos estariam mais sujeitos a
 18 certas doenças devido ao aumento de exposição aos raios ultravioletas provenientes do Sol.

19 Nas últimas décadas, a quantidade de ozono diminuiu. Em 1974, foi posta a
 20 hipótese de os clorofluorocarbonetos (CFC) poderem ser a causa deste fenómeno. Até
 21 1987, a avaliação científica dessa relação causa-efeito não foi suficientemente convincente
 22 para envolver os CFC. Contudo, em Setembro de 1987, diplomatas de todo o mundo
 23 encontraram-se em Montreal (Canadá) e concordaram em limitar o uso dos CFC.

No texto anterior não é indicado como o ozono se forma na atmosfera. No entanto, sabemos que todos os dias se forma (Figura 1) e desaparece um pouco de ozono.

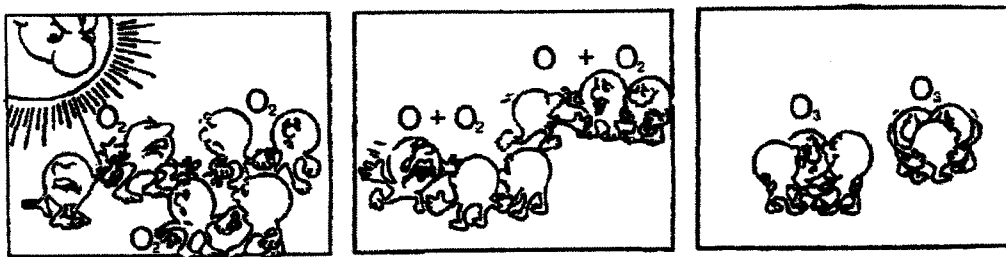


Figura 1 - Formação de ozono.

Imagina que tens um tio que tenta compreender o significado desta banda desenhada. Contudo, ele não recebeu qualquer educação científica na escola e não compreende o que o autor da banda desenhada quer explicar. Sabe que não há homenzinhos na atmosfera, mas pergunta o que eles representam na banda desenhada; pergunta o que aqueles estranhos símbolos O_2 e O_3 significam e que processos são representados na banda desenhada.

1. Escreve um texto a explicar, ao teu tio, a banda desenhada.

Parte do princípio de que o teu tio sabe:

- que O é o símbolo do oxigénio;
- o que são átomos e moléculas.

Deves utilizar as palavras átomos e moléculas com o mesmo sentido em que são usadas nas linhas 6 e 7.

O ozono forma-se igualmente durante as trovoadas. É ele que liberta o cheiro característico perceptível depois de uma trovoada. Nas linhas 11 a 15, o autor estabelece uma distinção entre o “bom” ozono e o “mau” ozono.

2. Segundo o texto, o ozono formado no momento de uma trovoada é “bom” ou “mau”?

Assinala com X a opção que corresponde à resposta correcta

	O ozono formado durante a trovoada é “bom” ou “mau”?	Explicação
<input type="checkbox"/>	a) Mau	Forma-se durante um período de mau tempo.
<input type="checkbox"/>	b) Mau	Forma-se na troposfera.
<input type="checkbox"/>	c) Bom	Forma-se na estratosfera.
<input type="checkbox"/>	d) Bom	Cheira bem.

Nas linhas 17 e 18 afirma-se: “Sem esta camada de ozono benéfico, os seres humanos estariam mais sujeitos a certas doenças devidas ao aumento da exposição aos raios ultravioletas provenientes do Sol.”

3. Refere uma doença provocada pela exposição aos raios ultravioletas provenientes do Sol.

No final do texto é mencionada uma reunião internacional em Montreal. Nessa reunião foram discutidas muitas questões relacionadas com a possível destruição da camada do ozono. Duas dessas questões estão registadas no quadro que se segue.

4. Podem as questões abaixo ser respondidas através de uma investigação científica?

Faz um círculo, em torno de “Sim” ou “Não”, em cada uma das questões

a) As incertezas científicas acerca da influência dos CFC na camada de ozono devem ser razão suficiente para que os governos actuem?	Sim Não
b) Qual seria a concentração de CFC na atmosfera, em 2005, se a libertação de CFC para a atmosfera se mantivesse ao ritmo actual?	Sim Não

Obrigada pela tua colaboração

