

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



ENSINO DAS CIÊNCIAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES
DO 1.º CICLO DO ENSINO BÁSICO
Contributos para uma mudança nas conceções sobre ciência e ensino das
ciências

Maria Leonor da Graça Saraiva

Orientadora: Prof.^a Doutora Isabel Maria Correia Pestana Ferreira das Neves

Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de Doutor em Educação,
especialidade de Didática das Ciências

2016

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



ENSINO DAS CIÊNCIAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES
DO 1.º CICLO DO ENSINO BÁSICO
Contributos para uma mudança nas concepções sobre ciência e ensino das
ciências

Maria Leonor da Graça Saraiva

Orientadora: Prof.^a Doutora Isabel Maria Correia Pestana Ferreira das Neves

Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de Doutor em Educação,
especialidade de Didática das Ciências

Júri:

Presidente: Doutora Cecília Galvão Couto, Professora Catedrática
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Doutor Rui Marques Vieira, Professor Auxiliar
Departamento de Educação da Universidade de Aveiro;
- Doutora Maria Margarida de Carvalho e Silva Afonso, Professora Adjunta
Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco;
- Doutora Ana Maria Roseta Morais, Professora Catedrática Jubilada
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;
- Doutora Isabel Maria Correia Pestana Ferreira das Neves, Professora Associada com
Agregação Aposentada
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, orientadora;
- Doutora Cecília Galvão Couto, Professora Catedrática
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa;

Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito do PROTEC (SFRH/PROTEC/67592/2010)

À memória dos meus pais

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho de investigação não teria sido possível sem o apoio e a colaboração de várias pessoas e instituições às quais exprimo os meus agradecimentos.

À Professora Doutora Isabel Pestana Neves o meu especial agradecimento pela forma como orientou este trabalho. Agradeço todo o seu apoio, a sua disponibilidade, as suas preciosas críticas e sugestões e todos os momentos de reflexão e de discussão que partilhamos ao longo desta caminhada.

À Professora Doutora Ana Maria Morais pelos diversos momentos de discussão sobre questões fulcrais da teoria de Bernstein e as suas sugestões e críticas sobre aspetos da presente investigação.

Às Escolas Superiores de Educação, envolvidas na primeira fase da investigação, na pessoa das suas Direções por terem possibilitado este trabalho e, em particular, a todas/os docentes e estudantes pela sua imprescindível colaboração na resposta ao questionário.

O meu agradecimento muito especial ao “Professor”, colega e amigo, e a todas/os estudantes que aceitaram participar no caso em estudo, pois foi o vosso trabalho e empenho que tornou possível a realização desta fase da investigação.

Às minhas colegas Sílvia Ferreira e Sílvia Castro pelos momentos de reflexão e de discussão da teoria e da prática, partilhados nas tarefas em que nos fomos envolvendo. À Sílvia Ferreira, especialmente, pela amizade, o companheirismo, o apoio e o estímulo para a conclusão da tese.

Ao Instituto Politécnico de Setúbal por me ter facultado as condições para usufruir de uma bolsa de doutoramento, atribuída pela Fundação para a Ciência e Tecnologia no quadro do PROTEC (SFRH/PROTEC/67592/2010), e às duas últimas Direções da Escola Superior de Educação pela oportunidade que me deram de desenvolver este trabalho.

Ao Gabinete de Apoio a Investigação Estatística (GAIE) do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, em particular, à Doutora Cláudia Faria, pela disponibilidade, as sugestões e o apoio prestado no tratamento e análise de dados do questionário.

Aos meus colegas e amigos que sempre me incentivaram e apoiaram em algumas reflexões e em tarefas mais técnicas. Ao Mário Baía agradeço a preciosa ajuda na formatação final da tese. O meu agradecimento especial à Helena Simões amiga e companheira deste percurso, pelo seu apoio e as estimulantes discussões sobre os nossos trabalhos. À Beatriz Bettencourt, à Helena Barradas e à Filomena Matos que, em diferentes ocasiões, me ajudaram a refletir e a organizar o trabalho.

A todos os amigos e familiares pela amizade, o encorajamento e a compreensão por tantas ocasiões em que não me foi possível estar presente.

Ao Luís, pelo apoio incondicional, o otimismo e a força que me transmitiu nos momentos menos bons e pela paciência em ajudar nalgumas tarefas mais técnicas que lhe exigiram inteirar-se “minimamente” sobre o ensino das ciências.

RESUMO

A investigação centrou-se no ensino da metaciência na componente de ensino das ciências da formação inicial de professores em Escolas de Educação do Ensino Superior público em Portugal. O principal objetivo foi estudar em que medida um contexto de formação específico, que enfatiza o ensino explícito da metaciência e sua importância para o ensino das ciências no 1º ciclo do ensino básico, pode contribuir para a evolução das conceções dos futuros professores sobre ciência e sobre o ensino/aprendizagem das ciências.

Do ponto de vista teórico, o estudo tem uma fundamentação epistemológica e sociológica e baseia-se, em particular, na teorização da construção da ciência de Ziman e na teoria do discurso pedagógico de Bernstein. A teorização de Ziman forneceu a base para definir diferentes dimensões da construção da ciência e a teoria de Bernstein forneceu os principais conceitos utilizados na análise dos diversos textos e contextos educativos e sua inter-relação.

Do ponto de vista metodológico, o estudo seguiu uma metodologia mista, estruturada em duas fases que, de acordo com Creswell e Clark, se pode incluir numa tipologia sequencial do tipo 'Quant-QUAL'. A primeira fase, preliminar, e de natureza mais quantitativa, foi desenvolvida em duas etapas: (1) análise das conceções sobre ciência e o sobre o ensino das ciências, dos estudantes de sete Escolas Superiores de Educação; e (2) análise dos programas das disciplinas de cariz científico incluídos nos currículos dessas escolas. Na segunda fase, a mais importante de todo o estudo, e de natureza principalmente qualitativa, uma turma e o respetivo professor foram envolvidos num contexto específico de formação planeado com a intenção de levar os estudantes a adquirirem conhecimentos e capacidades relacionados com a metaciência e a compreenderem a importância de explorar a metaciência no ensino/aprendizagem das ciências. A prática pedagógica do professor foi analisada em termos de várias características relacionadas com os princípios subjacentes ao plano de formação previamente concebido. A contribuição deste contexto específico de formação para a evolução das conceções dos alunos, também foi analisada. Os procedimentos metodológicos seguidos e os instrumentos construídos para a recolha dos dados permitiram estabelecer uma dialética entre o teórico e o empírico ao nível das várias análises: conceções dos estudantes, programas e prática pedagógica do contexto de formação.

Os resultados da primeira fase da investigação mostraram: (1) o carácter limitado das conceções dos alunos, denotando a prevalência de uma visão positivista e algo ingénuo sobre ciência e sobre o ensino das ciências; e (2) um baixo nível de conceptualização, explicitação e articulação da metaciência com a ciência na maioria dos programas científicos. Os resultados da segunda fase da investigação sugerem o potencial do contexto específico de formação para: (1) melhorar a aprendizagem da metaciência, traduzida pela evolução positiva da maioria das conceções dos estudantes sobre ciência; (2) promover a compreensão sobre a importância da abordagem da metaciência no ensino das ciências ao nível do 1º ciclo; e (3) enfatizar o conhecimento do professor e as características da sua prática como potenciais fatores mediadores da formação.

Os resultados do estudo permitiram levantar questões relacionadas com a importância de melhorar a qualidade da preparação académica dos estudantes e de promover uma adequada formação para os formadores de professores em início de carreira.

Palavras-chave: conceções sobre ciência; metaciência; ensino/aprendizagem das ciências; formação inicial de professores; modalidade de prática pedagógica; desempenho dos estudantes.

ABSTRACT

The study was centred on the teaching of metascience in the initial primary science teacher education in public Schools of Education in Portugal. The main objective was to study the extent to which a specific educational context that emphasises the explicit teaching of metascience and its importance for primary science education, can contribute to improve future teachers' conceptions of science and of science teaching/learning.

The study is theoretically grounded on epistemology and sociology, particularly on Ziman's theorisation of science construction and on Bernstein's theory of pedagogic discourse. Ziman's theorisation provided a basis for defining different dimensions of science construction and Bernstein's theory provided the main concepts which were used in the analysis of the various educational texts and contexts and their interrelationships.

Methodologically the study followed a mixed methodology structured in two phases that, according to Creswell and Clark, may be included in a sequential typology of the 'Quan-QUAL' type. The first and preliminary phase, of a more quantitative character, was developed in two stages: (1) analysis of conceptions about science and science teaching of students studying in seven Schools of Education; and (2) analysis of the syllabuses of science disciplines which were part of the curricula of those schools. In the second phase, of a mainly qualitative character, and which was the most important of the whole study, a students' class and respective teacher educator were involved in a specific educational context that was planned with the purpose of leading students to improve knowledge and skills related to metascience and to understand the importance of exploring metascience in science teaching/learning. The pedagogic practice of the teacher educator was analysed in terms of the various characteristics related to the underlying principles present in the curricular plan previously conceived. The contribution of this specific educational context to the evolution of students' conceptions was also analysed. The methodological procedures that were followed and the instruments that were constructed for data collection allowed developing a dialectics between the theoretical and the empirical at the level of the various analyses: students' conceptions, syllabuses and pedagogic practice of the educational context.

The results of the first phase of the study showed: (1) a limited nature of students' conceptions, showing the prevalence of a positivist and somehow naïve view about science and science education; and (2) a low conceptualisation, explicitness and interrelation of metascience with science in most of the science syllabuses. The results of the second phase of the study suggested the potential of the specific educational context to: (1) improve metascience learning, as given by a positive development by most of students' conceptions about science; (2) promote the understanding about the importance of approaching metascience in science primary school; and (3) emphasise the teacher educator's knowledge and the characteristics of his/her practice as potential factors mediating education.

The results of the study raised questions related to the importance of improving the quality of students' academic education and of promoting a better education for novice teacher educators.

Keywords: conceptions of science; metascience; science teaching/learning; initial teacher education; pedagogic practice; students' performance.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 . INTRODUÇÃO	1
1. Considerações prévias	1
2. Contexto e Justificação da Investigação	6
3. Problema e Objetivos da Investigação.....	14
4. Organização Geral da Tese.....	16
CAPÍTULO 2 . FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
1. Formação inicial de professores em tempo de reformas	20
1.1. Educação e formação: orientações que se cruzam	22
1.2. Tendências e modelos de formação de professores.....	26
1.2.1. Formação inicial de professores em Portugal: Breve resumo histórico .	36
1.3. Ensino das ciências e formação inicial de professores.....	42
1.3.1. Perspetivas sobre o ensino das ciências	45
1.3.1.1. Ensino das ciências para a literacia científica	47
1.3.1.2. Ciência como inquiry e ensino experimental	51
1.3.1.3. Mudança conceptual e abordagem construtivista social	58
1.3.1.4. Ensino das ciências na perspetiva CTS	64
1.3.2. Tendências de ensino das ciências na formação inicial de professores .	70
2. Fundamentos Epistemológicos da Investigação	76
2.1. Algumas teorizações sobre ciência.....	76
2.1.1. Perspetivas filosóficas em confronto.....	79
2.1.2. Perspetivas sociológicas em debate.....	91
2.1.2.1. Os valores da ciência.....	94
2.2. Modelo de construção da ciência segundo Ziman.....	97
2.3. Conceções sobre ciência e ensino das ciências	102
2.3.1. Conceções sobre ciência: perspetivas e definições	103
2.3.2. A metaciência nos currículos	112
2.3.3. Conceções sobre ciência no ensino e na aprendizagem	115
2.3.3.1. Identificação das conceções sobre ciência	118
2.3.3.2. Abordagens no ensino/aprendizagem da metaciência.....	122
2.3.4. Conceções dos professores em formação sobre o ensino das ciências.	127
2.3.5. Ensino da metaciência na formação inicial de professores	130
3. Fundamentos Sociológicos da Investigação	132
3.1. Modelo do discurso pedagógico de Bernstein.....	133
3.1.1. Modalidades de prática pedagógica	136

3.1.2. Orientação específica de codificação	142
3.2. Estruturas de conhecimento	145
CAPÍTULO 3 . METODOLOGIA	149
1. Introdução.....	149
2. Enquadramento Teórico da Metodologia da Investigação	151
2.1. Posicionamento metodológico da investigação	152
2.2 Validade e fiabilidade da investigação.....	160
3. Primeira fase da investigação: Concepções dos Estudantes e Análise Curricular....	164
3.1. Os estudantes e as instituições de formação	165
3.1.1. Definição da amostra	166
3.1.2. Caracterização dos estudantes	168
3.2. Análise das concepções dos estudantes	170
3.2.1. Questionário: Conceção e estrutura	170
3.2.2. Aplicação do questionário	181
3.2.3. Procedimentos metodológicos de organização e análise dos dados	182
3.2.3.1. Medidas de caracterização da amostra	183
3.2.3.2. Concepções sobre o ensino das ciências	185
3.2.3.3. Concepções sobre ciência	186
3.3. Análise curricular	195
3.3.1. Os planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica.....	196
3.3.2. Análise dos programas de cariz científico	199
3.3.2.1. Conceção dos instrumentos de análise dos programas	202
3.3.2.2. Descrição e aplicação dos instrumentos de análise.....	208
3.3.3. Procedimentos metodológicos de organização e análise dos dados	214
3.3.3.1. Dimensões metacientíficas.....	215
3.3.3.2. Relação entre a metaciência e a ciência	216
3.3.3.3 Explicitação da metaciência	216
4. Segunda fase da investigação: Análise do Contexto de Formação.....	217
4.1. Os participantes na formação	218
4.1.1. Os estudantes.....	218
4.1.2. O professor	220
4.2. O plano de formação	221
4.2.1. Conceção do plano	223
4.2.2. Descrição dos materiais curriculares.....	225
4.3. Análise da modalidade de prática pedagógica	235
4.3.1. Conceção e aplicação dos instrumentos de análise da prática pedagógica	236
4.3.1.1. Delimitação dos indicadores e das unidades de análise	237

4.3.1.2. Descrição e aplicação dos instrumentos de análise	240
4.3.2. Procedimentos metodológicos de organização e análise dos dados.....	256
4.4. Análise do desempenho dos estudantes.....	259
4.4.1. Conceção e aplicação do teste e do trabalho de avaliação final	259
4.4.2. Conceção e aplicação da entrevista	265
4.4.3. Procedimentos metodológicos de organização e análise dos dados.....	278
4.4.3.1. Aprendizagens sobre ciência	278
4.4.3.2. Aprendizagens sobre o ensino das ciências.....	279
4.4.3.3. Evolução das concepções dos estudantes	282
CAPÍTULO 4 . ANÁLISE DE RESULTADOS	285
1. Introdução	285
2. As Concepções dos Estudantes.....	287
2.1. As concepções sobre o ensino das ciências	287
2.2. As concepções sobre ciência.....	294
2.3. A abordagem da metaciência nos programas	303
2.3.1. Caracterização geral da formação conferida pelas escolas superiores..	304
2.3.2. Caracterização das mensagens dos programas	309
2.3.2.1. Nível de exploração da metaciência.....	309
2.3.2.2. Caracterização da relação entre a metaciência e a ciência	315
2.3.2.3. Explicitação da metaciência (conhecimentos e/ou	
capacidades)	316
2.4. Reflexão sobre o papel da formação nas concepções dos estudantes	320
3. Abordagem da Metaciência no Contexto de Formação.....	324
3.1. Caracterização da modalidade de prática pedagógica	324
3.1.1. Conhecimentos e capacidades metacientíficos (<i>o que</i>)	325
3.1.2. Relações intradisciplinares e relações entre professor-estudantes (<i>o</i>	
<i>como</i>).....	329
3.2. Prática do professor: Recontextualização da mensagem dos materiais	
curriculares.....	332
3.3. O desempenho dos estudantes	339
3.3.1. Aprendizagens relacionadas com a metaciência e com o ensino das	
ciências.....	340
3.3.1.1. Teste	340
3.3.1.2. Relatório do trabalho final.....	341
3.3.1.3. Entrevista.....	344
3.3.2. Evolução das concepções dos estudantes	347
3.3.2.1. Concepções sobre o ensino das ciências antes e após a	
formação.....	348
3.3.2.2. Perfis de concepções sobre ciência antes e após a formação	349

3.4. Reflexão sobre o Papel da Formação no Desempenho dos Estudantes	357
3.4.1. O papel da formação nas aprendizagens	357
3.4.2. O papel da formação na evolução das concepções	361
CAPÍTULO 5 . CONCLUSÕES	365
1. Principais conclusões da Investigação	365
1.1. Primeira fase da investigação	367
1.1.1. Concepções dos estudantes	367
1.1.2. Papel da formação nas concepções dos estudantes	369
1.2. Contributos da formação para o desempenho dos estudantes	373
1.2.1. Relação entre a formação o desempenho	374
1.2.2. O contributo da formação para as aprendizagens	376
1.2.3. O contributo da formação para a evolução das concepções.....	378
1.3. Síntese dos resultados da investigação.....	380
2. Contributos do Estudo	384
3. Limitações do Estudo e Desafios para Futuras Investigações.....	387
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	391
APÊNDICES.....	409
APÊNDICE 1 . Pedidos a solicitar a colaboração no estudo	411
APÊNDICE 2 . Questionário.....	419
APÊNDICE 3 . Tabelas gerais da análise do questionário.....	431
APÊNDICE 4 . Instrumentos de análise de programas da área de docência do Estudo do Meio (Licenciatura em Educação Básica)	459
APÊNDICE 5 . Tabelas gerais de análise dos programas da área de docência do Estudo do Meio (Licenciatura em Educação Básica)	467
APÊNDICE 6 . Programa de <i>Introdução à Didática de Estudo do Meio</i> Plano de formação - <i>Guia do professor</i>	479
APÊNDICE 7 . Instrumentos de caracterização da Prática Pedagógica	547
APÊNDICE 8 . Tabelas gerais de caracterização da prática pedagógica.....	557
APÊNDICE 9 . Tabelas de resultados do desempenho dos estudantes.....	563
APÊNDICE 10 . Guião da entrevista aos estudantes	575

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1.</i> Esquema geral da investigação.....	16
<i>Figura 2.1.</i> Modelo de construção da ciência (adaptado de Ziman, 1994, 2000).....	98
<i>Figura 2.2.</i> A dimensão sociológica da ciência nas suas vertentes interna e externa (adaptado de Ziman, 1984, 2000).....	99
<i>Figura 2.3.</i> Conceptualização de ciência evidenciando as dimensões da sua construção.	101
<i>Figura 2.4.</i> Representação de alguns elementos básicos da natureza da ciência, frequentemente recomendados para abordar na educação científica (McComas, 2014, adaptado de McComas, 2008).....	111
<i>Figura 2.5.</i> Características de uma prática pedagógica mista (adaptado de Morais & Neves, 2009).....	140
<i>Figura 2.6.</i> Orientação específica de codificação, disposições socioafetivas e desempenho dos alunos em contextos específicos (Morais & Neves, 2001).....	143
<i>Figura 2.7.</i> Discursos horizontais e verticais (adaptado de Bernstein, 1999).....	146
<i>Figura 3.1.</i> Modelo metodológico da investigação (adaptado de Teddlie & Tashakkori, 2006, p.22).....	158
<i>Figura 3.2.</i> Graus de classificação das concepções sobre o ensino das ciências (C _{EC}).	186
<i>Figura 3.3.</i> Modelo de análise, representando o <i>continuum</i> de perfis em que se categorizaram as concepções sobre ciência dos estudantes.	191
<i>Figura 3.4.</i> Modelo de análise do discurso veiculado pelos documentos curriculares (adaptado de Morais & Neves, 2001).	201
<i>Figura 3.5.</i> Organização do <i>Guia do professor</i> , evidenciando as características da mensagem pretendida.....	227
<i>Figura 3.6.</i> Linhas orientadoras do percurso da entrevista (RR, Regras de reconhecimento; RLP, Regras de realização passiva; RLAag, Regras de realização ativa em termos de argumentação).	269
<i>Figura 4.1.</i> Distribuição dos graus atribuídos às concepções sobre ensino das ciências dos estudantes das sete escolas.....	288
<i>Figura 4.2.</i> Distribuição dos perfis de concepções sobre ciência (C _C , conhecimento científico; C _{MC} , conhecimento metacientífico, expresso em termos das seguintes dimensões metacientíficas: C _{DF} , filosófica; C _{DP} , psicológica; C _{DSI} , sociológica interna; C _{DSE} , sociológica externa).	295
<i>Figura 4.3.</i> Distribuição dos tipos de perfis de concepções sobre ciência dos estudantes de cada uma das sete escolas (n, número de respondentes; CC, conhecimento científico; CMC, conhecimento metacientífico; dimensões: CDF, filosófica; CDP, psicológica; CDSI, sociológica interna; CDSE, sociológica externa).	297
<i>Figura 4.4.</i> Frequência das afirmações (I, II, III, IV, V e VI) assinaladas nas respostas correspondentes às concepções em análise (C _C , conhecimento científico; C _{MC} , conhecimento metacientífico; dimensões: C _{DF} , filosófica; C _{DP} , psicológica; C _{DSI} , sociológica interna; C _{DSE} , sociológica externa). As afirmações assinaladas com asterisco e preenchidas com texturas distintas nas colunas respetivas correspondem aos mitos da “certeza em ciência” (afirmação IV, C _C) e do “método científico” (afirmação III, C _{MC}).	299
<i>Figura 4.5.</i> Análise da abordagem da metaciência, a partir das dimensões consideradas (DF, filosófica; DH, histórica; DP, psicológica; DSI, sociológica interna; DSE, sociológica externa) nos programas da <i>Formação da área de Docência do Estudo do Meio</i> (ciências naturais) conferida nas sete escolas (n, indica o número de unidades analisadas no conjunto dos programas de cada escola).....	310
<i>Figura 4.6.</i> Frequência dos excertos classificados como <i>ambíguos</i> e em cada um dos níveis de conceptualização (N2, N3 e N4) de cada uma das dimensões metacientíficas.	313
<i>Figura 4.7.</i> Níveis de exploração das dimensões metacientíficas na prática pedagógica (DF, filosófica; DH, histórica; DP, dimensão psicológica; DSI, dimensão sociológica interna; DSE,	

dimensão sociológica externa). No topo de cada coluna está registrado o número total de excertos (<i>n</i>) analisados que continham referências relativas a cada uma das dimensões.....	325
<i>Figura 4.8.</i> Ocorrência dos excertos com referências às capacidades (Ca) e conhecimentos (Co) relativos a cada uma das dimensões metacientíficas. No topo de cada coluna está registrado o número total de excertos (<i>n</i>) analisados que continham referências a capacidades e a conhecimentos associados a cada uma das dimensões.....	327
<i>Figura 4.9.</i> Conjugação das tendências da prática pedagógica relativa às regras discursivas ritmagem e critérios de avaliação	336
<i>Figura 4.10.</i> Frequência relativa dos graus de classificação dos testes no total e para cada uma das características em estudo (MC, metaciência; MC-EC, relação entre metaciência e o ensino das ciências; MC-C, relação entre metaciência e ciência).	340
<i>Figura 4.11.</i> Inclusão da metaciência nos relatórios dos trabalhos de aplicação, em termos de referências (<i>n</i>) a conhecimentos (Co) e capacidades (Ca) associados às dimensões metacientíficas (DF, filosófica; DH, histórica; DP, psicológica; DSI, sociológica interna; DSE, sociológica externa).....	342
<i>Figura 4.12.</i> Orientação específica de codificação dos estudantes para o contexto do ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico.	345
<i>Figura 4.13.</i> Tendência da evolução dos perfis globais de concepções sobre ciência dos estudantes.	350
<i>Figura 4.14.</i> Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre o conhecimento científico.	352
<i>Figura 4.15.</i> Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre o conhecimento metacientífico	353
<i>Figura 4.16.</i> Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre a dimensão filosófica da ciência.	354
<i>Figura 4.17.</i> Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre a dimensão psicológica da ciência.	355
<i>Figura 4.18.</i> Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre a dimensão sociológica na sua vertente interna	355
<i>Figura 4.19.</i> Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre a dimensão sociológica na sua vertente externa.....	356

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 <i>Distribuição de créditos por componentes de formação na Licenciatura em Educação Básica</i>	41
Tabela 3.1 <i>Distribuição do número total de estudantes inscritos nas Escolas Superiores de Educação de Portugal Continental</i>	167
Tabela 3.2 <i>Características gerais da amostra</i>	169
Tabela 3.3 <i>Número e distribuição dos respondentes por Escola Superior de Educação</i>	182
Tabela 3.4 <i>Escala de apreciação do “Envolvimento em atividades científicas não formais”</i>	184
Tabela 3.5 <i>Sistema de classificação da variável “Conceções sobre o ensino das ciências”</i>	185
Tabela 3.6 <i>Descritores dos perfis em que se categorizaram as conceções dos estudantes</i>	190
Tabela 3.7 <i>Unidades curriculares da Licenciatura em Educação Básica no âmbito do Estudo do Meio (ciências naturais), em cada uma das sete escolas (ES)</i>	198
Tabela 3.8 <i>Exemplos de unidades de análise de diversos programas e respetivos indicadores</i>	204
Tabela 3.9 <i>Características em estudo na análise dos programas e unidades onde incidiu a análise</i>	209
Tabela 3.10 <i>Excerto do instrumento de caracterização das dimensões metacientíficas (níveis de abrangência de conhecimentos e capacidades)</i>	211
Tabela 3.11 <i>Excerto do instrumento de análise da relação intradisciplinar entre metaciência e ciência</i>	212
Tabela 3.12 <i>Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação da metaciência</i>	214
Tabela 3.13 <i>Características gerais da amostra envolvida na formação</i>	219
Tabela 3.14 <i>Incidência da metaciência nos materiais curriculares (por atividade)</i>	228
Tabela 3.15 <i>Exemplos de unidades de análise e respetivos indicadores</i>	239
Tabela 3.16 <i>Características em estudo na prática pedagógica, considerando as dimensões metacientíficas (o que) e as relações sociológicas entre discursos e entre sujeitos (o como)</i>	241
Tabela 3.17 <i>Excerto do instrumento de caracterização das dimensões metacientíficas (conhecimentos e capacidades)</i>	243
Tabela 3.18 <i>Excerto do instrumento de análise da relação intradisciplinar entre metaciência e ciência</i>	244
Tabela 3.19 <i>Excerto do instrumento de análise da relação intradisciplinar entre metaciência e ensino das ciências</i>	246
Tabela 3.20 <i>Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades)</i>	248
Tabela 3.21 <i>Excerto do instrumento de análise do grau de explicitação da relação entre a metaciência e o ensino das ciências</i>	250
Tabela 3.22 <i>Excerto do instrumento de análise da regra discursiva ritmagem</i>	252
Tabela 3.23 <i>Excerto do instrumento de análise das regras hierárquicas (professor-estudantes)</i>	254
Tabela 3.24 <i>Estrutura e organização do teste sumativo de Introdução à Didática do Estudo do Meio</i>	260
Tabela 3.25 <i>Descritores das regras de realização passiva e de realização ativa (argumentação) para o ensino da metaciência</i>	273
Tabela 3.26 <i>Descritores das categorias de orientação específica de codificação para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências</i>	281
Tabela 3.27 <i>Descritores das categorias das disposições socioafetivas para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências</i>	282
Tabela 4.1 <i>Distribuição das respostas nas categorias Mitos e Ideias aceites</i>	289
Tabela 4.2 <i>Análise da relação entre a metaciência e a ciência nos programas das sete escolas</i>	316

Tabela 4.3	<i>Explicitação da metaciência no conjunto dos programas de cada uma das escolas.</i>	317
Tabela 4.4	<i>Caracterização das relações sociológicas da prática pedagógica.</i>	329
Tabela 4.5	<i>Extensão e sentido da evolução dos graus de concepções sobre ensino das ciências.</i>	348

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

C	Classificação
C ⁺⁺	Classificação muito forte
C ⁺	Classificação forte
C ⁻	Classificação fraca
C ⁻⁻	Classificação muito fraca
DP	Discurso Pedagógico
DPO	Discurso Pedagógico Oficial
DPR	Discurso Pedagógico de Recontextualização
DSA	Disposições Socioafetivas
E	Enquadramento
E ⁺⁺	Enquadramento muito forte
E ⁺	Enquadramento forte
E ⁻	Enquadramento fraco
E ⁻⁻	Enquadramento muito fraco
ECTS	<i>European Credit Transfer System</i>
ES	Escola Superior
ESE	Escola Superior de Educação
FAD	Formação na Área de Docência
FEG	Formação Educacional Geral
DID	Didáticas Específicas
IDEM	Introdução à Didática do Estudo do Meio
IPP	Iniciação à Prática Pedagógica
LEB	Licenciatura em Educação Básica
OEC	Orientação Específica de Codificação
OT	Orientação tutória
RR	Regras de Reconhecimento
RRP	Regras de Realização Passiva
RRA _{ag}	Regras de Realização Ativa (em termos de argumentação)
UC	Unidade curricular

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Uncultivated science easily turns into occult science or into the cult of science.

Lévy-Leblond (1984)

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento da investigação e as razões conducentes à seleção da problemática que a orienta. Começa-se por umas breves considerações sobre o assunto, entretecidas com alguns aspetos marcantes do percurso académico e profissional da investigadora. Em seguida, contextualiza-se a investigação e a pertinência dos temas que a enformam para a educação em ciências, com base em investigação atual, enunciam-se o problema em estudo, as questões de investigação e os objetivos que a norteiam. Por último, descreve-se, sucintamente, a organização geral da dissertação, apresentando os assuntos abordados em cada um dos capítulos que a constituem.

1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

Os movimentos reformistas dos sistemas educativos surgiram sempre influenciados pelas profundas alterações sociais, culturais e económicas da sociedade moderna, em grande parte, fruto da enorme evolução do conhecimento científico e tecnológico e das mudanças introduzidas na dinâmica das sociedades, visíveis até nos aspetos mais banais do quotidiano.

Esses movimentos traduziram-se (e continuam a fazê-lo) numa tendência reconhecida na ação dos governos de quase todos os países sobre os sistemas educativos, tratando os currículos e programas escolares em termos estratégicos para responderem e/ou regularem os aspetos económicos, demográficos, culturais e políticos (Skilbeck, 1992), em função das chamadas “prioridades e interesses nacionais”. As constantes modificações curriculares têm um nítido impacto nas exigências que se colocam à profissão docente e originam novos e complexos desafios à preparação dos professores. O relatório da OCDE (Schleicher, 2012), sobre a profissão docente, elenca um conjunto de problemas globais inerentes a esta profissão, de entre os quais se destacam: a formação oferecida aos estudantes futuros educadores e/ou professores pelas instituições de formação, o sistema de candidatura aos cursos de formação, as formas de recrutamento e seleção de educadores e professores, o modo como é supervisionado o exercício da profissão e o tipo de apoios e oportunidades de formação a que os educadores e os professores têm acesso no âmbito da sua atividade profissional.

No que diz respeito ao ensino das ciências, as reformas curriculares das últimas quatro décadas do século XX, com origem nos Estados Unidos da América, tiveram grande impacto a nível mundial nos currículos de ciências, influenciando as orientações para o ensino das ciências em todos os níveis de escolaridade e na formação de professores (inicial e contínua). A inclusão do ensino das ciências nos currículos, desde os primeiros anos de escolaridade, foi acompanhada e sustentada por materiais curriculares produzidos no âmbito de diversos projetos para o ensino básico e secundário a que estavam subjacentes novas perspetivas para o ensino/aprendizagem das ciências, numa tentativa de rutura com o ensino tradicional, baseado na transmissão de factos e conceitos. Este movimento reformista contou com a intensa participação das sociedades científicas, das universidades e também de individualidades do mundo académico, entre os quais alguns cientistas laureados com o prémio Nobel, implicando avultados investimentos em recursos humanos e financeiros (Cain & Evans, 1984).

Os referidos projetos foram muito divulgados a nível internacional e a sua introdução em Portugal, na década de 70 do século XX, influenciou decisivamente o currículo das disciplinas de Física e Biologia, ao nível do ensino secundário (Santos, 1991). Destaca-se o *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS, 1970), produzido nos Estados Unidos da América, pelo modo como influenciou o ensino da Biologia em Portugal ao introduzir uma perspetiva de ensino/aprendizagem por *inquiry* que valorizava a abordagem de perspetivas

filosóficas e históricas da construção do conhecimento científico. Neste âmbito, evidencia-se o papel central dos cursos para formadores de professores que decorreram sob a orientação do *Grupo de Trabalho para o Ensino da Biologia* (GTEB). Este grupo dedicado à “inovação e intervenção na área da educação científica” foi apoiado pelo Serviço de Educação da Fundação Calouste Gulbenkian nos anos 70 para responder, justamente, à “necessidade de atualizar o conhecimento científico e pedagógico dos professores e dos formadores de professores” (Morais & Neves, 2004, para. 2).

O interesse da investigadora pela problemática do ensino das ciências emergiu nesta época e foi-se consolidando durante o seu percurso académico e profissional. Finda a licenciatura em Biologia (Ramo educacional), no período a seguir à Revolução de Abril de 1974, a investigadora iniciou a sua atividade docente no ensino secundário, num contexto de ativismo político e educacional em que o professor era visto como transformador da escola e da sociedade (Sanches, 2014). Para o seu desenvolvimento profissional, contribuíram decisivamente os seis anos de trabalho (entre 1977 e 1983) intensamente vividos na Escola Secundária de Camões (Lisboa), no âmbito de um grupo disciplinar com uma enorme dinâmica de questionamento e reflexão sobre o modo de ensinar ciências, colocando a ênfase nos processos de trabalho e no modo como o conhecimento científico se constrói. A atividade do grupo levou à conceção de diversos materiais curriculares (à época os manuais escolares eram escassos) para sustentar a gestão e docência dos novos programas das várias disciplinas do 3.º ciclo do ensino básico e do secundário que traduziam a profunda reestruturação do currículo escolar da época.

Nos anos 80, a investigadora frequentou o curso de mestrado em metodologia do ensino das ciências (*Master Science Education*) na Universidade de Boston (EUA) e iniciou a atividade profissional nas Escolas Superiores de Educação em Portugal, contexto em que começou a equacionar a relevância do ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade e, paralelamente, a necessidade de conferir uma adequada formação (inicial e contínua), em ensino das ciências, aos professores do ensino básico.

Reconhecendo a importância dos estudos sociológicos para a construção de uma teoria da educação que integre contributos de diferentes áreas do conhecimento, a investigadora decidiu participar, em setembro de 1985, no curso sobre a sociologia de Bernstein – “A Sociologia da Educação no Ensino das Ciências” – que contou com a presença de Bernstein e foi organizado por investigadoras do Grupo ESSA (*Estudos Sociológicos da Sala de Aula*), na Fundação Calouste Gulbenkian. A partir deste primeiro contacto com a teoria, a

investigadora interessou-se em conhecer melhor o modelo do discurso pedagógico (Domingos, Barradas, Rainha & Neves, 1986), o que a levou a acompanhar, ainda que indiretamente, alguns dos trabalhos empíricos de investigadoras do Grupo ESSA, em particular os que dizem respeito à análise do discurso pedagógico em múltiplos textos e contextos educativos (e.g., Afonso, 2008; Ferreira & Morais, 1998; Morais & Miranda, 1995).

Ao mesmo tempo, a nível internacional, estava em curso um balanço crítico sobre os resultados da reforma curricular das ciências evidenciando, entre outros aspetos, os fracos ganhos na aprendizagem dos conhecimentos científicos, pondo em causa a abordagem da ciência como um processo e conduzindo ao aparecimento de uma nova corrente para o ensino das ciências de base construtivista, a mudança conceptual (e.g., Driver & Oldham, 1986; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). A par desta perspectiva, desenvolveu-se uma outra conhecida como movimento CTS, que defende, em termos gerais, a ideia de um currículo de ciências para todos os alunos, no contexto da ciência, tecnologia e sociedade, centrado em temas sociais relevantes (e.g., Solomon, 1988; Ziman, 1980) e influenciou o trabalho da investigadora na conceção de disciplinas específicas, como por exemplo *Sistemas Naturais e Sociais* (Miranda & Saraiva, 1988), a integrar nos planos de estudo dos cursos de formação inicial de professores.

Desde o início dos anos 90, o debate sobre o ensino das ciências tem-se centrado no conceito de *literacia científica*, um outro *slogan*, como afirmou ironicamente Hodson (2003), a juntar aos anteriores: ‘*Learning by Doing*’, ‘*Process, not Product*’, ‘*Science for All*’, ‘*Children Making Sense of the World*’ e ‘*Science as a Way of Knowing*’ (p. 245). Na sequência deste debate têm sido desenvolvidos estudos e relatórios sob a égide de diversas organizações internacionais apontando orientações e recomendações para assegurar uma educação científica, desde os primeiros anos de escolaridade, baseada nos princípios de uma cultura científica e tecnológica que promova o desenvolvimento integral dos alunos e lhes permita alcançar uma participação esclarecida, crítica e racional enquanto cidadãos de uma sociedade democrática (AAAS, 1989, 1993; NRC, 1996, 2012; OECD, 2000, 2006; UNESCO, 1999). Embora a *literacia científica para todos* tenha sido quase universalmente aceite com entusiasmo como uma das grandes finalidades da educação científica, não existe ainda um consenso generalizado sobre o seu significado, em termos da inclusão curricular (e.g., DeBoer, 2000; Roberts, 2007). Mas foi precisamente o debate gerado em torno deste conceito que levou os investigadores e educadores a reequacionarem a importância de

introduzir uma componente metacientífica (natureza da ciência ou *nature of science* – NOS – designação generalizadamente aceite na tradição anglo-saxónica) no ensino/aprendizagem das ciências, como condição necessária para atingir a literacia científica para todos (e.g., AAAS, 1993; OECD, 2000, 2006).

O quadro teórico descrito tem vindo a influenciar a atividade profissional da investigadora desenvolvida ao longo dos últimos anos na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal. No seu percurso, tem colaborado na elaboração dos planos de estudos dos cursos de formação inicial e contínua de professores, concebendo e lecionando disciplinas da área de ciências físicas e naturais e da respetiva didática que incluem uma vertente sobre a natureza da ciência, ainda que limitada a curtas intervenções no quadro de disciplinas de cariz didático e/ou de disciplinas opcionais (e.g., *Ciência, Tecnologia e Sociedade e Evolução das Ideias em Ciência*).

Paralelamente, a investigadora envolveu-se em projetos mais centrados no ensino das ciências ao nível do 1.º ciclo do ensino básico, com particular destaque para os projetos desenvolvidos no âmbito do *Programa Ciência Viva* e a coordenação regional do *Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências*. A participação em diversos eventos científicos sobre o ensino das ciências, a par das reflexões e interrogações partilhadas com colegas e investigadores, contribuiu para aumentar a convicção da investigadora sobre a responsabilidade que cabe aos formadores de professores na promoção da educação científica em geral e, em particular, na vertente relacionada com a abordagem da metaciência (natureza da ciência).

Ao iniciar, numa Escola Superior de Educação, a docência nos novos cursos de formação inicial de professores, com as alterações introduzidas no modelo português, decorrentes do Processo de Bolonha, a investigadora apercebeu-se da resistência dos estudantes que entravam no 1.º ciclo de formação ao estudo das ciências nas unidades curriculares de cariz científico, justificada por falta de conhecimentos básicos, falta de interesse por assuntos de natureza científica e tecnológica e/ou por não considerarem aqueles saberes necessários para ensinar as crianças dos primeiros anos de escolaridade. Este aparente desajuste entre as ideias dos estudantes e a realidade do quotidiano das sociedades atuais, impregnado de ciência e de tecnologia, levou a investigadora a recolocar a questão sobre como ajudar estes jovens adultos a apreciarem o empreendimento científico e a desenvolverem alguma compreensão sobre a importância desta vertente para o ensino/aprendizagem das ciências nos primeiros anos de escolaridade. Apesar de continuar

a existir controvérsia sobre a componente metacientífica a incluir nos currículos e sobre o modo de a abordar na prática, a sua importância para a aprendizagem da ciência em todos os níveis de escolaridade é generalizadamente aceite pela maioria dos autores (e.g., Clough & Olson, 2008, 2012; Duschl, 2000, 2008; Ferreira & Morais, 2010; Hodson, 1988, 2009; Lederman, 2007; Osborne & Dillon, 2008; Roth, Goulart & Plakitsi, 2013). Decorrente das interrogações e convicções atrás referidas, emergiu o projeto de uma investigação centrada na abordagem da metaciência e da sua relação com o ensino/aprendizagem das ciências, em que se espera contribuir para o modo de a encarar/enquadrar na formação inicial de professores, no quadro legislativo atual.

2. CONTEXTO E JUSTIFICAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

O ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade é encarado por educadores e investigadores como uma das componentes essenciais para a educação de todas as crianças, possibilitando a apreciação do empreendimento científico e o desenvolvimento de capacidades diversas para a integração plena dos indivíduos no tecido social e a autonomia no pensar e no agir. Um dos fatores decisivos para garantir uma educação científica adequada é a formação de professores.

O enquadramento da formação de professores no ensino superior é um fenómeno relativamente recente (Appleton, 2007), pelo que a investigação ao nível da formação de professores de ciências para o ensino básico (em particular, do 1.º ciclo) continua a ser uma área emergente. Morais e Neves (2005), por exemplo, na sequência dos estudos realizados no ensino básico, onde a aprendizagem dos alunos já foi amplamente estudada, afirmam que são necessárias mais investigações no contexto da formação de professores.

As recentes alterações no modelo português de formação inicial de professores, decorrentes do Processo de Bolonha, introduzidas pelo novo regime jurídico de habilitação profissional para a docência (Decreto-Lei nº 43/2007 de 22 de fevereiro), têm originado alguns debates e reflexões em Portugal (e.g., Ponte, 2006; Vieira, 2005), relacionados com a necessidade de reestruturar os cursos de formação inicial. Um dos pontos em debate centra-se na obrigatoriedade de implementar um modelo de formação “sequencial” por oposição a modelos anteriormente vigentes, pelas dúvidas suscitadas em relação ao modo de integrar,

com equilíbrio, as várias componentes de formação em termos da qualidade pretendida (e.g., Ponte, 2006).

A referida alteração legislativa aplica-se, também, aos cursos de formação de educadores de infância e de professores para os 1.º e 2.º ciclos do ensino básico a funcionarem nas Escolas Superiores de Educação desde a sua criação (Decreto-Lei nº427-B/77 de 14 de outubro) e integração no subsistema de Ensino Superior Politécnico. A estrutura curricular desses cursos e os objetivos da formação, consolidados com a publicação da Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei nº 46/1986), é alterada pelo novo regime jurídico que determina a construção de um currículo estruturado em dois ciclos de estudos, o que corresponde a uma formação de tipo sequencial. Assim, as unidades curriculares da *Formação na Área de Docência* (de cariz científico) constituem dois terços do total dos 180 créditos¹ da Licenciatura em Educação Básica (LEB), correspondente ao 1.º ciclo de Bolonha. Os restantes créditos distribuem-se pela formação na *Área Educacional Geral*, *Didáticas específicas* e na *Iniciação à Prática Profissional*.

Nos planos de estudo dos Mestrados em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º e 2.º ciclos do Ensino Básico (2.ºs ciclos de Bolonha), as componentes com maior número de créditos são respetivamente a *Prática de ensino supervisionada* (estágio) e as *Didáticas específicas* relativas aos três níveis de escolaridade para os quais conferem diplomas em educação e ensino em quatro domínios diferentes². A situação pré-Bolonha legitimava a existência de um “modelo integrado” de formação, com a duração de quatro anos, no qual a formação científica de todas as áreas consignadas no currículo do 1.º ciclo do ensino básico surgia articulada com disciplinas de cariz didático e a componente de prática pedagógica se desenvolvia em paralelo. A formação conferida pelas Escolas Superiores de Educação, no quadro deste modelo, foi alvo de inúmeras críticas que, no essencial, incidiam sobre a

¹ O Processo de Bolonha introduziu o sistema de créditos ECTS (*European Credit Transfer System*) em todos os cursos do Ensino Superior. Para completar cada ano letivo, de um qualquer curso, os estudantes têm de obter certificação num conjunto de unidades curriculares perfazendo 60 ECTS.

² O regime jurídico de habilitação profissional para a docência foi recentemente alterado pelo Decreto-Lei nº 79/2014, de 14 de maio, aumentando o tempo de formação dos mestrados em Educação de Infância e Ensino do 1.º ciclo do Ensino Básico (2.ºs ciclos de Bolonha) em 30 ECTS (um semestre letivo), a partir do ano letivo de 2015/16. Esta alteração traduz-se num aumento do número de créditos relativos à formação em didáticas específicas e à prática de ensino supervisionada. O número de domínios de formação aumenta para cinco porque são criadas duas especialidades diferentes nos mestrados em Ensino do 1.º e 2.º ciclos, passando a existir dois cursos distintos: um conjugando as áreas de Matemática e Ciências Naturais e, outro, associando as áreas de Português, História e Geografia de Portugal. Contudo, nos seus princípios, aquele regime de habilitações reafirma a modalidade de formação sequencial.

impreparação científica e didática dos professores em início de carreira (e.g., Ponte, 2006; Ruivo & Mesquita, 2010).

No início da década de 90, Nóvoa (1992) afirmava que “é preciso reconhecer as deficiências científicas e a pobreza conceptual dos programas atuais de formação de professores” (p. 23) e convidava os formadores de professores a situarem a sua reflexão num patamar acima das clivagens tradicionais entre a componente científica/pedagógica e a teoria/prática. O Processo de Bolonha ao apontar para a necessidade de repensar a docência no ensino superior, propondo romper com uma tendência centrada no ensino para dar lugar a uma outra centrada na aprendizagem, veio acentuar a reflexão de algumas instituições de ensino superior sobre a necessidade de atender à formação pedagógica didática dos seus docentes (Leite & Ramos, 2012) e, neste sentido, também dos formadores de professores.

Em estudos recentes (Rocard et al., 2007; Schleicher, 2012) tem sido referido que os sistemas educativos beneficiam de um claro enunciado dos perfis dos professores que querem ter, em termos dos conhecimentos e das capacidades que os professores devem possuir para lecionar disciplinas específicas.

Ao nível do ensino das ciências, o conhecimento dos professores e a renovação das suas práticas de ensino são aspetos fulcrais para fomentar o interesse e o sucesso das crianças e dos jovens na aprendizagem das ciências. Contudo, vários estudos revelam que as práticas não se têm modificado consistentemente e o ensino das ciências não tem produzido os resultados esperados no que se refere às aprendizagens dos alunos (e.g., Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007).

Segundo vários autores portugueses (e.g., Afonso, Neves & Morais, 2005; Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Martins et al., 2007; Paixão & Cachapuz, 1999; Santos, 2010; Silva, Morais & Neves, 2013a), ao nível da formação de professores de ciências a questão da qualidade continua a ser problemática. Por exemplo, Silva, Morais e Neves (2013a), a partir de um estudo realizado no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, constataram que os professores, ao aplicarem nas suas práticas, materiais curriculares desenvolvidos com base num modelo sustentado em princípios que a investigação mostrou serem favoráveis à aprendizagem (Morais & Neves, 2009), não foram igualmente capazes de recontextualizar a mensagem no sentido apontado por esses materiais. Os resultados evidenciaram ainda que os alunos, do professor que recontextualizou a mensagem no sentido dos princípios expressos no modelo, obtiveram níveis de

aproveitamento superior aos dos alunos do professor cuja prática ocorreu no sentido oposto ao apontado pelos materiais curriculares.

A modificação do quadro legal orientador da formação inicial de professores, para o 1.º ciclo do ensino básico, constituiu uma das principais motivações para o desenrolar da presente investigação. Como refere Shulman (1986a), cabe aos investigadores em educação procurarem compreender os fenómenos educativos e intervir no sentido de contribuir para melhorar, entre outros aspetos, a vertente da formação de professores. Alguns autores, como Russel e Martin (2007), afirmam que a investigação sobre o ensino das ciências nas escolas não parece incidir, com idêntica profundidade e extensão, sobre a preparação dos professores para ensinarem ciências. Estes autores adiantam que, tal como os alunos dos ensinos básico e secundário, “aqueles que estão a estudar para serem professores de ciências tendem a não tomar consciência das suas ideias iniciais sobre o que irão aprender, e como, num programa de formação de professores” (p. 1151).

Em grande parte dos programas de formação inicial de professores, as instituições de formação preocupam-se mais com o *como* ensinar ciências, do que ensinar *com* os conceitos científicos adequados e *sobre* ciência (Deus, 2010; Hodson, 1998; Matthews, 2009a; McComas, Clough & Almazroa, 1998; Santos, 2010). De facto, apesar das organizações internacionais (e.g., AAAS, 1993; NRC, 1996; OECD, 2000, 2006) recomendarem ser necessário criar condições, ao nível dos currículos e das metodologias, para que as crianças aprendam a interrogar-se sobre o modo como se desenvolvem e modificam as ideias científicas e as relações que estabelecem com outros domínios do conhecimento humano, contribuindo para se atingir a literacia científica para todos, continuam a encontrar-se nas escolas de muitos países, entre os quais Portugal, ideias ingénuas e erróneas sobre a natureza da ciência (e.g., Abd-El-Khalick & BouJaoude, 2003; Gil-Pérez, Fernández, Carrascosa, Cachapuz & Praia, 2001; Lederman, 2007; Santos, 2005a).

Lederman (2007) afirma que o ensino/aprendizagem da natureza da ciência é um objetivo documentado na literatura há mais de cem anos, com diversas justificações para a sua introdução nos currículos de ciências, ainda que sustentada em perspetivas de abordagem algo diferentes, tanto para a aprendizagem dos alunos como para a formação de professores (Duschl, 2008; Ferreira & Morais, 2010; Hodson, 2014; Irzik & Nola, 2011; McComas, 2014; McComas & Olson, 1998). Apesar disso, os resultados de diversos estudos empíricos realizados em diferentes contextos educativos (e.g., Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Akerson, Cullen & Hanson, 2009; Guerra-Ramos, 2012; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002;

Schwartz, Lederman & Crawford, 2004), têm revelado discrepâncias relativamente aos efeitos da abordagem sobre a natureza da ciência na compreensão/aprendizagem de perspetivas metacientíficas por parte de alunos e professores. Não é de estranhar que, neste quadro, muitos estudantes continuem a entrar no ensino superior com concepções ingénuas sobre ciência formadas a partir das suas experiências no ensino formal, das vivências do quotidiano e das mensagens veiculadas pelos media (e.g., Canavarro, 2000).

No entender de vários autores (e.g., Lederman, 2007; Matthews, 2012a; Southerland, Golden & Enderle, 2012) tal situação não deve ser motivo para abandonar a investigação sobre a natureza da ciência, mas, inversamente, para estimular a realização de estudos a partir de novos instrumentos e metodologias de abordagem. Este aspeto foi determinante para a realização da presente investigação. Partindo do princípio que o desenvolvimento dos novos planos de estudos pode constituir um momento favorável para um aprofundamento das ideias e perspetivas sobre a preparação de futuros professores de ciências, a presente investigação pretende contribuir para o conhecimento sobre a formação inicial de professores dos primeiros anos de escolaridade, na área do ensino das ciências (ciências naturais)³, em particular no que diz respeito à abordagem da natureza da ciência. Daí que na primeira fase da investigação se tenha procedido a um levantamento das concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências de estudantes da Licenciatura em Educação Básica e a uma análise exploratória da inclusão da metaciência (natureza da ciência) nos planos de estudo da referida licenciatura de diferentes Escolas Superiores de Educação.

A partir da revisão da vasta literatura existente sobre esta problemática (e.g., Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khine, 2012; Lederman, 2007; Matthews, 2012a) e com base nos resultados de diversos estudos empíricos (e.g., Bell, Matkins & Gansneder, 2011; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Yacoubian & BouJaoude, 2010), identificou-se um aspeto sobre o qual já existe consenso, há vários anos, entre os investigadores: a abordagem da natureza da ciência deve envolver o ensino explícito e reflexivo desta vertente. Para além disso, muitos autores (e.g., Clough & Olson, 2012; Leach, Millar, Ryder & Sere, 2000; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004) recomendam o uso de uma abordagem contextualizada no ensino e avaliação da natureza da ciência, quer no ensino das ciências, quer nos cursos de formação de professores onde, como refere McDonald (2008), existe uma

³ Na presente investigação adota-se a designação de ciências naturais quando se faz referência à respetiva componente do programa oficial do *Estudo do Meio* e dos cursos de formação inicial de professores para o ensino básico (1.º e 2.º ciclos).

habitual falta de orientações concretas nos programas e materiais de apoio relativos a essa componente da aprendizagem científica.

Com o propósito de conferirem uma aprendizagem adequada sobre a natureza da ciência, aos futuros professores de ciências, muitos investigadores e formadores de professores, como por exemplo, Akerson, Abd-El-Khalik e Lederman (2000), McComas (1998a) e Smith e Scharmann (2008), têm desenvolvido cursos especialmente desenhados com esse objetivo e estudos empíricos para avaliarem a eficácia dessas intervenções. Grande parte dos estudos, como os de Abd-El-Khalick, Bell e Lederman (1998), Akerson, Donnelly, Riggs e Eastwood (2011), Bell, Mulvey e Maeng (2012), Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick e Bell (2001) e Mellado (1998) analisam a relação entre as concepções sobre ciência e o ensino das ciências dos futuros professores ou de professores em início de carreira, apreciando, apenas, o modo como eles abordam a natureza da ciência no contexto das práticas desenvolvidas em situação de estágio.

A este respeito, Lijnse (2000) chama a atenção para uma dimensão que o autor considera esquecida na investigação: a didática das ciências. Este autor sugere “que se deve encarar o conhecimento didático dos professores com grande seriedade e procurar desenvolver práticas exemplares começando pela explicitação das visões de ciência” (p. 312). Cachapuz, Praia, Gil-Pérez, Carrascosa e Martinez-Terrades (2001), num estudo teórico destinado a contribuir para uma melhor compreensão do estatuto epistemológico da didática das ciências, como campo de investigação fundamental para abordar os problemas do ensino e da aprendizagem das ciências, defendem a necessidade de “estender as posições construtivistas à formação de professores, com especial atenção às concepções dos docentes sobre o ensino das ciências, sobre a aprendizagem das ciências e sobre a ciência que ensinam” (p. 179). Os mesmos autores referem, também a importância da componente metacientífica para a “alfabetização” científica e tecnológica dos indivíduos ou, dito de outro modo, para atingir a *literacia científica* para *todos*.

Apesar de não haver consensos generalizados acerca do conceito de literacia científica nem sobre o modo como se pode atingir essa meta, muitos autores, como por exemplo Duschl (2000, 2008), Hodson (2003, 2008, 2014), Lederman (2007), Matthews (1994, 2009a, 2012a), McComas, Clough e Almarzoa (1998) e Ziman (1980, 2000), consideram ser essencial que os alunos adquiram e manejem uma concepção adequada de ciência e dos modos como se desenvolve o trabalho científico, para poderem compreender e apreciar o papel da ciência e da tecnologia no mundo atual. Como refere Hodson (2014) “no geral, a importância

curricular da compreensão sobre a NOS *per se* já não está em discussão. De facto, foi incluída no âmbito do debate mais amplo sobre a literacia científica [...] e é encarada atualmente como um aspeto chave na maioria dos currículos de ciências” (p. 914). Contudo, para alguns autores (e.g., Allchin, 2011; Duschl & Grandy, 2013) continua a não existir consenso sobre o conteúdo desta componente porque, como defendem Erduran e Dagher (2014), “a questão sobre ‘que’ natureza da ciência deve ser incluída no ensino das ciências está longe de ser resolvida, apesar das abordagens feitas por alguns investigadores” (p. xiii). Os debates em torno da conceção de ciência que deve ser ensinada nas escolas refletem, em parte, o teor dos debates de natureza epistemológica sobre o que é a ciência que se prologam desde meados do século XX, envolvendo filósofos, historiadores e sociólogos da ciência (Ziman, 1984).

Em Portugal, apesar de o *Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais* (DEB, 2001)⁴ apontar, como meta a atingir, a literacia científica, tal objetivo está longe de ter sido alcançado. O currículo visa não só a aquisição de uma cultura científica básica, mas, sobretudo, o desenvolvimento de inúmeras competências conducentes ao exercício pleno da cidadania, por parte dos indivíduos, numa sociedade altamente influenciada pela ciência e tecnologia. Entre essas competências especificam-se, na área do *Estudo do Meio*, aspetos relativos à conceção de ciência, ao modo como os cientistas desenvolvem o seu trabalho e às relações que se estabelecem entre a ciência e a sociedade (DEB, 2001). O conhecimento direto que se tem das escolas portuguesas do 1.º ciclo do ensino básico e a literatura (e.g., Afonso, 2008; Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Sá, 2002) revelam que se continua a promover uma visão distorcida da ciência nesse nível de ensino e permanece uma grande resistência à implementação do ensino experimental (Martins et al., 2007).

A relevância da segunda parte da presente investigação (estudo de caso) fundamenta-se nestas ideias e na oportunidade de testar a sua aplicação, através da implementação de um plano de formação com características específicas, no âmbito de uma unidade curricular obrigatória, de cariz didático, do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica de uma Escola Superior de Educação.

⁴ No ano letivo 2011/2012, o Ministério da Educação e Ciência revogou o documento *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais* (DEB, 2001), através do Despacho n.º 17169/2011.

A Licenciatura em Educação Básica, sendo o 1.º ciclo de estudos de um percurso académico mais prolongado até à obtenção de um diploma profissional, confere uma formação geral para a docência em termos do ensino das ciências que não está focada na aplicação direta em estágios nos jardins-de-infância nem nas escolas do 1.º ciclo do ensino básico. Por isso, uma unidade curricular de cariz didático pareceu ser um contexto adequado para desenvolver práticas formativas começando por abordar o ensino *explícito* da natureza da ciência e a sua importância no ensino/aprendizagem das ciências. Por uma questão de delimitação do campo de trabalho, esta unidade curricular tomou como referência as *Orientações Curriculares e Programas* oficiais do 1.º ciclo do ensino básico (DEB, 2001, 2004). A escolha deste nível de ensino justifica-se pelo facto de três dos domínios que constituem o 2.º ciclo de estudos⁵, conferente do diploma profissional, darem habilitação para a docência no 1.º ciclo do ensino básico (o nível de ensino com mais anos de escolaridade), ou seja, grande parte dos estudantes irão prosseguir estudos num desses domínios de habilitações.

Teoricamente a investigação recorre a conceptualizações das áreas da epistemologia e da sociologia relacionadas com a educação científica, em particular, no âmbito da formação inicial de professores. Do ponto de vista epistemológico, a teorização de Ziman (1984, 2000) sobre a construção multidimensional da ciência, o recurso a outros conceitos (e.g., McMullin, 1982) que procuram elucidar e discutir o significado da ciência no mundo atual e aos modos de abordagem da natureza da ciência estudados por diversos investigadores (e.g., Duschl, 2000; Lederman, 2007; Matthews, 1994, 2009b; McComas, 1998a) constituem os principais suportes teóricos do estudo.

Do ponto de vista sociológico, a presente investigação enquadra-se na linha de investigação desenvolvida pelo Grupo ESSA (*Estudos Sociológicos da Sala de Aula*) do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, que tem introduzido a vertente sociológica relacionada com a teoria de Bernstein (1990, 2000) na investigação em educação, nomeadamente na educação científica. Os conceitos desta teoria permitem estabelecer relações analíticas rigorosas entre os textos e os contextos a estudar como revelam vários estudos do Grupo ESSA (e.g., Ferreira & Morais, 2010; Morais & Neves, 2009; Silva, Morais & Neves, 2013a, 2013b). No caso da presente investigação, esses conceitos permitem analisar programas e contextos de formação em termos de *o que se ensina* (metaciência) e

⁵ Cf. Nota 2.

de *o como* se ensina (relações intradisciplinares entre ciência e metaciência e grau de explicitação dos conhecimentos metacientíficos e das relações entre estes conhecimentos e os conhecimentos científicos).

3. PROBLEMA E OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO

A presente investigação, centrada no curso de 1.º ciclo da formação inicial de professores para os primeiros anos de escolaridade (Licenciatura em Educação Básica), admite como pressupostos de partida que: (1) a inclusão de uma componente metacientífica no ensino/aprendizagem das ciências continua a ser um objetivo de investigadores, educadores e professores de ciências, como aspeto essencial para garantir uma prática de ensino conducente ao objetivo de atingir a literacia científica para todos; (2) as orientações para o ensino da natureza da ciência, emanadas por diversas organizações internacionais, têm-se traduzido no aumento da ênfase na inclusão da natureza da ciência, ainda que as perspectivas sejam diferentes, nos diversos currículos de ciências de inúmeros países e também em Portugal; (3) os professores do 1.º ciclo do ensino básico têm um papel essencial para garantir um adequado ensino das ciências mas, nas escolas portuguesas do 1.º ciclo, continua a promover-se uma visão distorcida (positivista) de ciência; (4) parte dos estudantes em formação, futuros professores do 1.º ciclo do ensino básico, possuem, inicialmente, uma conceção ingénua ou limitada sobre ciência e o modo como a ciência se constrói; (5) as instituições de formação inicial de professores devem garantir um contexto favorável à aprendizagem de uma conceptualização adequada de ciência e do ensino das ciências; (6) o ensino explícito e reflexivo da metaciência, em situações de formação contextualizadas, tem potencialidades para promover o desenvolvimento de uma conceção multidimensional de ciência e da compreensão sobre a construção do conhecimento científico; e (7) uma disciplina de cariz didático é um contexto favorável para implementar um plano de formação específico que contribua para a evolução das conceções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências.

Admitindo a importância que tem para o ensino das ciências, desde os primeiros anos de escolaridade, os professores possuem uma conceção multidisciplinar e abrangente de ciência e o relevante papel da formação inicial no desenvolvimento das conceções dos

professores sobre ciência e sobre o ensino das ciências, espera-se que a presente investigação contribua para aprofundar o conhecimento sobre esta problemática no contexto português.

Centrando-se nas concepções dos estudantes, futuros professores do 1.º ciclo do ensino básico, sobre ciência e sobre o ensino das ciências e num plano de formação intencionalmente desenhado para abordar, de forma explícita e contextualizada, a natureza da ciência e a sua relação com o ensino das ciências numa unidade curricular de cariz didático do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica, pretende-se investigar o seguinte problema:

Que concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências têm os estudantes, futuros professores, e de que forma essas concepções podem ser influenciadas por contextos de formação inicial que explorem, de forma explícita, conhecimentos e capacidades relacionados com a metaciência e o seu significado no ensino/aprendizagem das ciências?

Com base neste problema geral, definiram-se as seguintes questões de investigação:

1. Quais são as concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências dos estudantes que frequentam o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica?
2. Qual o papel da formação conferida nas Escolas Superiores de Educação, durante os dois primeiros anos da licenciatura, nas concepções dos estudantes?
3. Em que medida um contexto de formação, implementado através de uma prática pedagógica sustentada em materiais curriculares que contemplam um ensino explícito da metaciência e sua relação com o ensino das ciências, contribui para a evolução das concepções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências?

Decorrentes destas questões, estabeleceram-se os seguintes objetivos de natureza processual:

1. Analisar as concepções de estudantes que frequentam o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica em Escolas Superiores de Educação públicas, sobre ciência e sobre o ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.
2. Analisar a relação das concepções com a inclusão da metaciência nos programas das unidades curriculares de *Formação na Área de Docência do Estudo do Meio* (ciências naturais) que integram os planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica (1.º e 2.º anos) nas instituições frequentadas pelos estudantes participantes na investigação.

3. Conceber materiais de ensino/aprendizagem para implementar, numa unidade curricular do 3º ano da Licenciatura em Educação Básica de uma das Escolas Superiores de Educação, um plano de formação que contemple e explicita a metaciência e o seu significado na aprendizagem das ciências.
4. Caracterizar a prática pedagógica resultante da implementação do referido plano relativamente a *o que* e a *o como* da formação preconizada.
5. Analisar a evolução das conceções dos estudantes, tendo em conta o seu desempenho global no contexto da formação recebida.
6. Discutir e refletir sobre as potencialidades e fragilidades do plano de formação implementado.

A Figura 1.1 pretende representar, no geral, as duas fases da investigação e o modo como se sequenciam e relacionam as diferentes etapas.

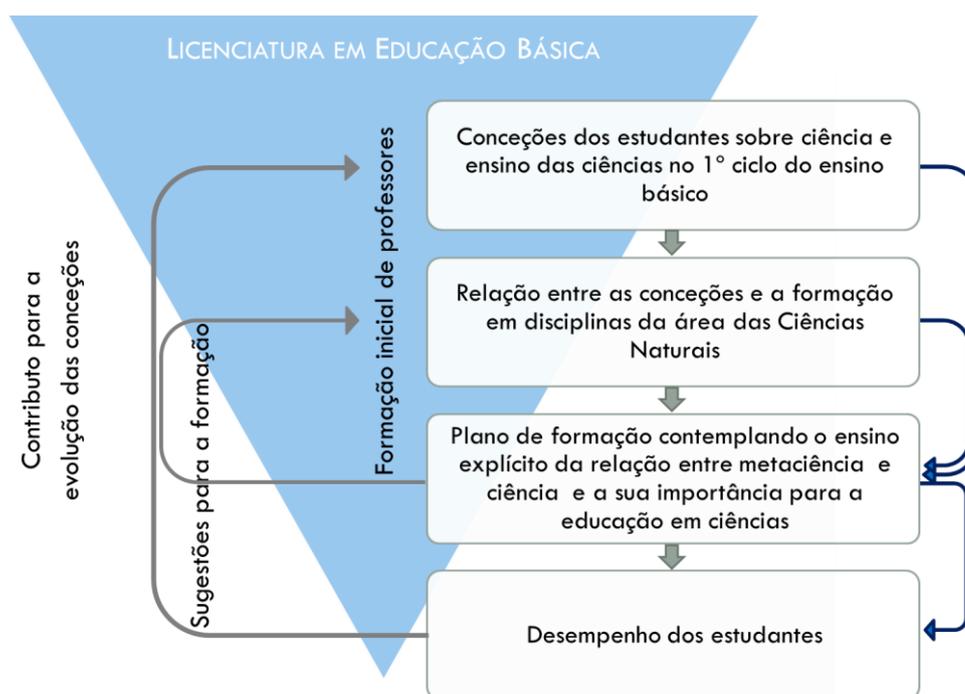


Figura 1.1. Esquema geral da investigação.

4. ORGANIZAÇÃO GERAL DA TESE

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro, introdutório, procurou-se efetuar uma breve resenha de aspetos educacionais e sociais que possam fundamentar a inclusão do ensino e da aprendizagem da metaciência (conhecimentos e/ou

capacidades) numa unidade curricular de cariz didático pertencente ao novo currículo (Licenciatura em Educação Básica) de formação inicial de professores em Portugal.

No segundo capítulo, relativo ao enquadramento teórico, apresentam-se os quadros conceptuais que serviram de referência à investigação e a revisão de literatura sobre os principais assuntos relacionados com o estudo.

O terceiro capítulo, metodologia, é dedicado à apresentação e discussão das opções metodológicas adotadas, no quadro de uma metodologia mista, bem como os critérios de validade subjacentes à investigação, nas duas fases em que se desenvolve (exploratória e estudo de caso). É também apresentada a caracterização dos participantes no estudo, os critérios usados na sua seleção e os procedimentos e instrumentos desenvolvidos em ambas as fases da investigação. Em primeiro lugar, descrevem-se os procedimentos relativos ao levantamento das concepções dos estudantes e à análise curricular (programas de cariz científico da *Formação na Área de Docência do Estudo do Meio*) relacionada com os programas de formação inicial oferecidos pelas Escolas Superiores de Educação frequentadas pelos referidos estudantes. Em seguida, apresenta-se o estudo de caso. Relativamente a este estudo, descreve-se e justifica-se a concepção dos materiais curriculares subjacentes ao plano de formação, analisa-se a prática pedagógica do professor que implementou esse plano e, por fim, procede-se à análise do desempenho dos estudantes que participaram na formação.

No quarto capítulo, relativo à análise dos resultados, apresentam-se as concepções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências e caracteriza-se a mensagem dos programas em termos da inclusão da metaciência e da relação entre metaciência e ciência, em resultado dos dados apurados na primeira fase da investigação. Em relação ao estudo de caso (segunda fase da investigação) apresentam-se os materiais curriculares (e respetivos princípios orientadores) concebidos para a implementação do plano de formação e analisa-se e discute-se o sentido e extensão da recontextualização das mensagens desses materiais na prática pedagógica do professor e também o desempenho dos estudantes em termos das aprendizagens relacionadas com a formação. O conjunto dos resultados permite refletir sobre o papel da formação no desempenho dos estudantes, com particular destaque sobre a evolução das suas concepções.

O quinto e último capítulo é dedicado à formulação das principais conclusões da investigação em consonância com as questões que a orientaram. Por fim, são apresentados

os contributos da investigação, as limitações identificadas e alguns possíveis desafios para futuras investigações.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Science education expands at all levels. Writers and broadcasters enrich public understanding. Exciting discoveries and useful inventions flow out of the research laboratories. Vast research instruments are built at public expense. Science has never been so popular or influential. [...]

This new picture of science is somewhat more complicated than the outmoded stereotype. [...] But it does provide a stout intellectual and moral defence for science at the level of ordinary human affairs – the level at which nothing is absolute or eternal, but where we often forget that life is short, and feel passionately about pasts that we have not personally experienced, or plan conscientiously for the future welfare of people whom we shall never know.

Ziman (2000)

Neste capítulo, organizado em três partes, apresentam-se os conceitos e as linhas de orientação considerados relevantes para a investigação, ilustrados por alguns estudos empíricos focando diferentes aspectos da problemática em estudo e desenvolvidos em contextos nacionais e internacionais. Na primeira parte, abordam-se alguns aspectos sobre a formação de professores, com particular incidência na formação inicial e na componente do ensino das ciências ao nível do 1.º ciclo do ensino básico e discute-se o seu significado e importância para a preparação dos futuros professores. Na segunda parte, apresenta-se o quadro epistemológico da teorização sobre a natureza da ciência que constituirá um dos suportes teóricos da investigação, recorrendo à conceptualização multidimensional da

ciência de Ziman (1984, 2000) e a McMullin (1982), pela defesa que faz dos “valores epistêmicos” internos à ciência, entendendo-os como promotores do caráter do conhecimento científico em termos da sua validade e utilidade para a tentativa de compreensão do mundo. Na ótica da inclusão da natureza da ciência no ensino/aprendizagem das ciências, evidenciam-se, também, os principais fundamentos da epistemologia e da psicologia invocados por diversos autores, como Abd-El-Khalick e Lederman (2000), Afonso (2008), Duschl (2008), Lederman (2007), Matthews (1994, 2009b), Osborne e Dillon (2008), entre outros, para sublinhar a necessidade dos futuros professores aprenderem uma adequada conceptualização de ciência durante a sua formação, em particular no contexto de disciplinas de cariz didático (e.g., Acevedo, 2010; Cachapuz et al., 2001; McComas, 1998a, 2014; Millar & Osborne, 1998; Smith & Scharmann, 2008). Na terceira parte, recorrendo a alguns conceitos derivados da teoria de Bernstein (1990, 1999, 2000), explicitam-se os fundamentos sociológicos que permitem estabelecer a relação entre os textos e os contextos a analisar nas duas fases em que se desenvolve a presente investigação.

1. FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES EM TEMPO DE REFORMAS

A formação de professores é, há muito tempo, encarada como um dos aspetos centrais para o desenvolvimento positivo da educação e, por isso, continua a ser um tema polémico abordado no discurso de políticos, educadores e investigadores (e.g., Delors, 1996; European Commission, 2013, 2015; OECD, 2009; Ponte, 2006; Ruivo & Mesquita, 2010; Schleicher, 2012; Schön, 1991). Recentemente, na apresentação do relatório *Euridyce* (European Commission/EACEA, 2015) sobre a profissão de professor na Europa, o Comissário Europeu para a Educação, Cultura, Juventude e Desporto escreve: “os professores desempenham um papel crucial na vida dos alunos. É por isso que ‘Educação e Formação 2020’ [...] coloca uma especial ênfase no papel dos professores – a partir de sua seleção, formação inicial e contínuo desenvolvimento profissional para as suas oportunidades de carreira” (prefácio, para. 1).

Neste contexto, a importância da formação inicial de professores vem sendo frequentemente referida como um primeiro momento que pode contribuir para o desenvolvimento profissional, a melhoria do ensino, da aprendizagem e dos resultados dos alunos, de modo que o professor possa desempenhar o seu papel como agente de mudança e enfrentar as exigências que se colocam à profissão docente (e.g., Delors, 1996; Schleicher, 2012). Apesar da grande diversidade de perspetivas, modelos e percursos de formação de

professores, nos diferentes contextos sociais, políticos e culturais em que surgem (europeus ou em outras regiões do mundo), permanece a convicção que a formação inicial pode fazer a diferença na aprendizagem dos futuros professores e, em consequência, na melhoria da aprendizagem dos alunos (e.g., Cochran-Smith, 2004; Fensham, 2008; Martins, 2015; Nóvoa, 1992; Pacheco, 2011). Este é um aspeto que, a par da qualidade e eficácia do ensino e da aprendizagem, continua a ser objeto de estudo (Flores, 2015).

Sobre este assunto, na sua comunicação *Repensar a Educação*⁶, a Comissão Europeia (2012) sublinha a importância da formação inicial de professores e convida os países a avaliar a sua eficácia e qualidade com o propósito de promover a indução do ensino para a profissão docente. Reconhecendo que existem alguns problemas como o abandono da profissão, a falta (ou, no caso português, o excedente⁷) de professores diplomados em algumas áreas disciplinares e a pouca atratividade da profissão, o Conselho da União Europeia considera a qualidade da formação inicial de professores crucial para o desenvolvimento da excelência no ensino. Na referida comunicação acrescenta-se que a formação inicial de professores, idealmente, deve prever uma abordagem equilibrada e consistente para a aprendizagem do conhecimento teórico e da forma como se ensina o assunto, bem como uma experiência direta de ensino de modo a tornar os futuros professores capazes de relacionar a teoria e a prática e de refletirem sobre o seu próprio ensino.

As recomendações do relatório da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) sobre a formação de professores (Schleicher, 2012) vão no mesmo sentido das expressas na comunicação *Repensar a Educação* e reforçam que, por melhor que seja a qualidade da formação inicial, o contínuo desenvolvimento profissional dos professores é necessário para garantir que “todos os professores são capazes de atender às necessidades de diversas populações de estudantes, usar efetivamente os dados para orientar a reforma [educativa], envolver os pais e tornar-se agentes ativos do seu próprio crescimento profissional” (p. 77).

⁶ Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité das regiões: *Repensar a Educação - Investir nas competências para melhores resultados socioeconómicos*. COM/2012/0669/3. Recuperado em 2015, maio 16, de <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0669&from=EN>>

⁷ Em Portugal o número de professores cresceu consistentemente até 2005 e, após essa data até ao presente, sofreu uma redução severa (de cerca de 30 000 professores no conjunto dos níveis de escolaridade básico e secundário), em resultado da modificação de algumas medidas de política educativa como, por exemplo, o aumento do número de alunos por turma e a supressão das áreas curriculares não disciplinares (Castro, 2014, p. 10-11).

De facto, os sistemas educativos, em geral, e a instituição escolar em particular, têm sido objeto de diversas mudanças, quer em termos das políticas de formação, quer em termos das orientações curriculares para o ensino/aprendizagem nos diferentes níveis de escolaridade, em resposta a questões sociais, económicas, políticas e culturais (e.g., Pacheco, 2011). Estas alterações afetam profundamente as escolas e aumentam a diversidade de funções atribuídas aos docentes, contribuindo para as tensões existentes atualmente na profissão docente que, segundo Roldão (2007), se jogam num quadro de contradições do desenvolvimento da profissionalidade docente entre a pressão das administrações para uma progressiva “funcionarização” dos professores e “a alegada reivindicação – no discurso político e no discurso dos próprios docentes – de uma maior autonomia e decisão, desejavelmente associadas a um reforço de profissionalidade” (p. 96). Neste sentido, partilha-se a opinião de diversos autores (e.g., Canário, 2004; Hargreaves, 1998; Hewson, 2007; Leite & Fernandes, 2010) quando defendem que os professores desempenham um papel-chave em qualquer alteração visando a melhoria educativa e afirmam que sem o envolvimento dos professores as reformas não acontecem.

1.1. Educação e formação: orientações que se cruzam

Desde o final do século XX que os processos e as práticas da educação e da formação estão cada vez mais integrados em estruturas transnacionais de onde emanam orientações educativas com uma agenda comum para os diferentes níveis de ensino. Na Europa, a história recente da educação é marcada pelos esforços de construção do Espaço Europeu de Ensino Superior (EEES), cuja face mais visível é a implementação do Processo de Bolonha. Este processo, apesar de alguns aspetos apontados como positivos (por ex., a mobilidade transnacional e a abertura à sociedade), tem originado críticas e dúvidas em particular no que diz respeito à orientação neoliberal das mudanças em curso, que colocam as instituições de ensino superior numa maior dependência dos interesses materiais, económicos, sociais e políticos, pondo em causa a sua autonomia e missão (e.g., Amaral, 2007; Cachapuz, 2010).

No sistema educativo português, as influências ao nível das políticas educativas provêm, maioritariamente, do quadro comum das políticas da União Europeia e de outras organizações internacionais como é o caso da OCDE. Considerando algumas análises da relação entre globalização e educação, claro se torna que as influências são mais vastas e partem de referenciais políticos e ideológicos “que configuram um sistema educativo

mundial largamente responsável pelas decisões político-administrativas que introduzem a homogeneização curricular” (Pacheco, 2011, p. 110) e procuram estabelecer um quadro de qualificações único que abranja diferentes países e se baseie nos resultados da aprendizagem (Young, 2010). Este aspeto tem sido evidenciado, por exemplo, ao nível da escolaridade obrigatória, pela divulgação dos níveis de desempenho dos alunos nos testes internacionais PISA (*Programme for International Student Assessment*) e TIMSS (*Trends in Mathematics and Science Study*)⁸. Os resultados, traduzidos em *rankings*, promovem a competição internacional entre os países, influenciando as suas políticas educativas e, em consequência, aumentando a pressão sobre as escolas e os professores pela obtenção de melhores resultados, o que pode enviesar a realidade do trabalho nas escolas. A este respeito, Pacheco e Pestana (2014) afirmam que,

a ênfase no ensino para os testes, na avaliação externa e nos resultados internacionais, para além de determinados saberes, não é uma realidade intrínseca à escola e à educação que nela se veicula através do currículo, tão-só uma linguagem de prestação de contas e responsabilização, que cria e desenvolve estratégias públicas de culpabilização de pais, alunos e professores (p. 31).

Young (2010), apesar de não se opor ao estabelecimento de um quadro de qualificações assente em resultados da aprendizagem, considera que um tal quadro desempenha um papel modesto na reforma educativa. Este autor chama a atenção para o facto de a especificação de critérios ou resultados ter sido “pensada para tornar as qualificações ‘transportáveis’ entre contextos diferentes” (Young, 2010, p. 269) e, com base em resultados da investigação, adianta que uma tal especificação é infinita e trivial, pelo que não considera que um modelo assente em resultados possa estar na base das futuras qualificações. Para Young (2010), na situação descrita, o aprendente adquire conhecimento procedimental (sem uma base conceptual e independente dos contextos), o que não lhe permitirá compreender a relação entre o todo e as partes de forma a conseguir transportar esse conhecimento para novas situações ou para níveis de generalização mais complexos.

⁸ O PISA foi criado pela OCDE, no final dos anos 90, e tem sido administrado em Portugal desde 2000. O teste é aplicado a estudantes de 15 anos de idade (perto do final da escolaridade obrigatória, na maioria dos países aderentes ao PISA), com intervalos de três anos, em leitura, matemática e ciências. Em 2006, o principal domínio testado foi a literacia científica, em 2009 a leitura e em 2012 a matemática. O TIMSS é uma avaliação internacional dos conhecimentos em matemática e ciências aplicado a alunos dos 4.º e 8.º anos em diversos países e foi desenvolvido pela Associação Internacional para a Avaliação do Rendimento Escolar (IEA). A primeira aplicação do TIMSS ocorreu em 1995 e tem uma periodicidade de 4 anos. Portugal participou em 1995 e só voltou a aplicar o teste em 2011. (*cf.*, <http://www.iea.nl/>)

No mesmo sentido, afiguram-se pertinentes as palavras de Pacheco (2011), ao referir que a educação (a formação, o ensino e a instrução) tem-se confrontado com sucessivos propósitos de mudança, ainda que muitas alterações substantivas se situem mais no domínio dos discursos que as sustentam do que ao nível das práticas educativas. Contudo, dado que as alterações incidem, essencialmente, na estruturação dos discursos, as mudanças têm-se traduzido na reconfiguração do currículo (por ex. nos conteúdos disciplinares e nas metodologias preconizadas) e nos documentos oficiais que o legitimam.

Em Portugal, os resultados de alguns estudos do Grupo ESSA relativos à educação científica (e.g., Neves & Morais, 2006; Silva, Morais & Neves, 2013a, 2013b) apontam para a existência de discrepâncias entre a legislação e os currículos, originando inconsistências que se traduzem em processos de recontextualização da mensagem subjacente ao discurso oficial no sentido de um menor nível de conceptualização da educação científica, com eventuais implicações nas práticas pedagógicas e na aprendizagem dos alunos. Por exemplo, num estudo desenvolvido no 1º ciclo do ensino básico, Silva, Morais e Neves (2013b) analisaram a diferença entre as mensagens veiculadas pelos documentos curriculares oficiais – *Programa do Estudo do Meio* (DEB, 2004) e o documento *Currículo nacional do ensino básico – Competências Essenciais: Estudo do Meio* (DEB, 2001) – relativamente aos conteúdos (*o que se ensina*) e às metodologias de ensino/aprendizagem (a forma *como se ensina*) e verificaram que a mensagem pedagógica diferia entre os documentos e no interior dos próprios documentos. Segundo as autoras, os resultados do estudo mostraram que, em relação ao que se ensina, o *Programa* apela menos à conceptualização das aprendizagens do que o documento *Competências Essenciais* e, no que diz respeito à forma de ensinar, a análise dos dois documentos sugere que não veiculam exatamente a mesma teoria de instrução, pois o documento *Competências Essenciais* parece privilegiar mais uma teoria de instrução centrada no aluno do que o *Programa*. Estes são aspetos a ter em conta quando se analisam as orientações para a educação e a formação, em geral e/ou em contextos específicos (por ex., no ensino das ciências), e se estudam características relacionadas com esses contextos, como no caso da presente investigação.

Ao nível do ensino superior, o Processo de Bolonha é um exemplo de reforma educativa que incide na mudança de um paradigma de ensino para um paradigma de aprendizagem centrado em competências (e.g., Leite & Ramos, 2012; Pacheco, 2011), que colocam em evidência o uso das novas tecnologias (e.g., Monteiro, Leite & Lima, 2013), com reflexos nos currículos dos cursos de formação inicial de professores e na legislação

que os enquadra nos sistemas educativos nacional e dos outros países subscritores da Declaração de Bolonha⁹. Neste caso, as mudanças incidem na metodologia apontando para um ensino/aprendizagem “cooperativo, para o desenvolvimento de competências interpessoais, para o recurso a processos de tutoria e de envolvimento efetivo dos atores educativos no processo de ensinar e de aprender” (Leite & Ramos, 2012, p. 9) e implicando, de acordo com Pacheco (2011), a mudança do papel de quem ensina (orientador e tutor) e de quem aprende (valorizando o estudo pessoal, a pesquisa e a discussão).

Nesta situação, alguns autores (e.g., Leite & Ramos, 2012; Swennen, Shagrir & Cooper, 2009; Zabalza, 2004) consideram importante a existência de condições de formação para a docência no ensino superior, no sentido de responder à diversidade de públicos (com idades, motivações, experiências de vida e expectativas distintas) que frequentam atualmente este sistema de ensino, procurando ultrapassar alguns problemas inerentes ao contexto profissional como é o caso do “dilema entre a formação para a docência e a formação para a investigação” (Zabalza, 2004, p. 154). A este respeito, Leite e Ramos (2012) referem que, em Portugal, a componente pedagógica da formação de docentes universitários, à qual atribuem um caráter mediador na docência, tem sido descurada ou mesmo quase ignorada. Nesta base, as autoras analisam uma experiência que decorreu na Universidade do Porto em 2005 (Ação Piloto de Atualização Pedagógico-Didática de Docentes da Universidade do Porto) com “o objetivo de incentivar reflexões sobre desafios que se colocam à docência universitária, através de troca de experiências entre docentes sobre o exercício profissional docente” (p. 18) e relatam que os envolvidos manifestaram o desejo de dar continuidade ao movimento de reflexão iniciado, “reivindicando a sua institucionalização como grupo de investigação, o que levou à constituição do Grupo de Investigação e Intervenção Pedagógicas da Universidade do Porto (GIIPUP)” (*ibid.*). De entre o conjunto de atividades realizadas por este grupo, as autoras realçam as sessões designadas por *Saberes Partilhados* onde cada docente partilha a sua experiência em termos das opções sobre os processos de ensino/aprendizagem encontrados e o modo como os têm desenvolvido, havendo ainda lugar para a avaliação da consecução desses processos bem como dos efeitos por eles gerados, incluindo o balanço realizado pelos estudantes. Leite e Ramos (2012) afirmam poder considerar “que estas sessões têm vindo a possibilitar caminhos de reconhecimento da

⁹ Declaração conjunta dos ministros da educação europeus, assinada em Bolonha a 19 de junho de 1999 que estabeleceu os objetivos para a consolidação do *Espaço Europeu do Ensino Superior*. Recuperado em 2007, abril 7, de <http://www.ehea.info/Uploads/Documents/1999_Bologna_Declaration_Portuguese.pdf>

investigação como uma atividade quotidiana, [...], isto é, têm apontado para possibilidades de relacionar ensino e investigação de forma integrada” (p. 20), em que a investigação, fazendo apelo a conhecimento oriundo das Ciências da Educação, contribui para apoiar a reflexão sobre percursos de mediação didática passíveis de (re)orientar caminhos de ação.

Em suma, a complexidade dos processos de educação e de formação e as suas implicações no ensino e na aprendizagem estão espelhadas num considerável número de estudos e relatórios que ultrapassam largamente o âmbito da presente investigação. Em seguida, procura-se dar uma perspetiva genérica sobre os quadros legislativos e os discursos que os sustentam, através das sucessivas tendências e modelos que têm influenciado a formação inicial de professores, em geral, e no ensino das ciências em particular, aspeto que interessa particularmente à presente investigação.

1.2. Tendências e modelos de formação de professores

Em Portugal e noutros países ocidentais, durante muito tempo o ensino foi entendido como uma vocação, em particular ao nível do ensino primário, representando uma profissão pouco valorizada e com um baixo nível de formação (e.g., Ferreira & Mota, 2009; Pintassilgo & Pedro, 2012; Tardif & Lessard, 2004). As reformas dos sistemas educativos a partir da segunda metade do século XX conduziram a um enorme desenvolvimento da escola que pretendia abrir-se a todas as camadas sociais (“escola de massas”) e conseqüentemente à evolução do estatuto profissional dos professores, ao mesmo tempo que a sua formação passava a ser realizada em instituições de ensino superior (Tardif & Lessard, 2004). Segundo Tardif e Lessard (2004), o trabalho do professor tornou-se uma atividade profissional complexa e exigente, apelando a conhecimentos e competências em diversos domínios:

cultura geral e conhecimentos disciplinares; psicopedagogia e didática; conhecimento dos alunos e do seu ambiente familiar e sociocultural; conhecimento das dificuldades de aprendizagem, [...]; conhecimento das diversas matérias dos programas e das novas tecnologias de comunicação e de informação; saber gerir a sala de aula e as relações humanas; [...]. (p. 3)

Além destes domínios, os autores também referem a necessidade de os professores desenvolverem capacidades para lidarem com situações sociais complexas que se refletem na escola, tais como a exclusão e a multiculturalidade, entre outras. Os anos 80 e 90 trouxeram mais constrangimentos à escola com as reduções orçamentais e uma certa rigidez

e fragmentação curricular, colocando maior pressão sobre os professores da maioria dos países ocasionada, em parte, pela separação entre as instâncias de concepção e de concretização dos currículos, o que reforçou as características técnicas do trabalho docente, retirando-lhes margens de autonomia profissional (Nóvoa, 1992). Como afirma Hargreaves (1998) os reformadores do ensino consideravam que as práticas de ensino tradicionais eram fáceis de substituir, mas a investigação tem mostrado não ser esse o caso e, apesar das inúmeras alterações culturais, sociais e tecnológicas da pós-modernidade, o ensino continua a processar-se de acordo com rotinas e práticas tradicionais em muitas escolas dos países ocidentais.

Os estudos sobre a formação de professores (e.g., Cochran-Smith, 2004; Feiman-Nemser, 2001; Hargreaves, 1994; Schön, 1991; Zeichner, 1993) têm vindo a apresentar a coexistência de várias orientações conceptuais, políticas e económicas fundamentadas em quadros teóricos e ideológicos distintos. Por exemplo, Hargreaves (1994) dá relevo a três perspectivas teóricas sobre o desenvolvimento profissional dos professores, que se têm tornado preponderantes: o interacionismo simbólico, a teoria crítica social, e as teorias da pós-modernidade.

O *interacionismo simbólico* procura clarificar o modo de agir dos professores e de outras pessoas, focando-se na formação e transformação do “eu” (*self*), socialmente construído, através da linguagem e dos significados das interações humanas, nos diversos contextos em que atuam e trabalham. Para o interacionismo simbólico, “o ensino é mais do que uma série de competências técnicas a aprender: é-lhe dado significado pela evolução dos “eus” (*selves*) dos professores, dentro dos contextos reais e das contingências dos seus ambientes de trabalho” (p. 3). Esta perspectiva salienta a importância das crenças e percepções sobre o ensino e a aprendizagem, partilhadas entre grupos de professores, que se desenvolvem em resposta a problemas e experiências comuns, tendencialmente confinados às situações vividas nas salas de aula, nas escolas e nas comunidades educativas. A *teoria crítica social* procura olhar para outras influências dando mais relevo aos fatores institucionais do que os fatores internos, na análise do ensino e no desenvolvimento profissional dos professores. Esta teoria é sensível aos contextos de interação humana e às relações de poder que lhe são inerentes, tais como, o poder, o controlo, a equidade, a justiça, a burocracia, entre outros, permitindo encarar o ensino e o desenvolvimento dos professores para além dos assuntos internos e institucionais. As *teorias de pós-modernidade*, focam os tipos de contextos particulares que os indivíduos experienciam e onde trabalham num dado

momento. Estas teorias introduzem e valorizam novos elementos que influenciam as dinâmicas de trabalho e as relações entre os membros das comunidades educativas – a contextualização e a flexibilidade – procurando contribuir, também, para a compreensão dos contextos de desenvolvimento dos professores (Hargreaves, 1994).

Com base nas diferentes tradições referidas, Hargreaves (1994, 1998) aponta algumas dimensões-chave para o desenvolvimento dos professores no novo milênio: (1) o domínio das competências técnicas para ensinar e dos conhecimentos sobre o que ensinar e como ensinar (aspectos relativamente bem conhecidos e largamente praticados); e (2) as questões de ordem moral, o investimento emocional, a consciência política e a adaptação a diferentes situações (aspectos menos bem compreendidos e aplicados em menor escala).

Procurando não alongar demasiado este assunto, optou-se por fazer uma breve referência a algumas perspectivas que têm influenciado os modelos de formação de professores e a investigação nesta área. Recorrendo a Cochran-Smith (2004), refere-se que o problema da formação de professores pode ser encarado, sucessivamente, em três vertentes: (1) o desafio de todas as nações para a preparação eficaz e de qualidade dos seus professores (*training problem*); (2) a investigação, na medida em que envolve um maior conjunto de questões educacionais, perguntas e condições que definem uma preocupação importante da comunidade académica (*learning problem*); e (3) um empreendimento problemático e contestado, enfrentando questões baseadas em valores sobre os propósitos e os objetivos da educação numa sociedade democrática (*policy problem*).

A preparação de professores como “treino” concebia a formação como um processo de educação formal destinado a assegurar que os futuros professores desenvolviam ações compatíveis com as dos professores “eficazes” (os bons professores) e sustentava-se numa visão tecnicista do ensino e numa visão comportamentalista da aprendizagem dos alunos. Segundo a autora, ao nível da investigação, esta vertente foi objeto de diversas críticas, em particular, por se tratar de uma abordagem ateorica e técnica (em que os futuros professores podiam ser treinados para fazer quase tudo).

A abordagem da formação como um “problema de aprendizagem” assumia que “os professores excelentes eram profissionais conhecedores das matérias de ensino e da pedagogia que tomavam decisões, construían respostas curriculares e sabiam como continuar a aprender ao longo da vida profissional” (Cochran-Smith, 2004, p. 296). Neste sentido, o objetivo dos programas de preparação de professores focou-se em projetar o

desenvolvimento social, organizacional e intelectual dos contextos em que os futuros professores poderiam desenvolver os conhecimentos, as capacidades e as disposições necessárias para tomarem decisões sobre o ensino. Feiman-Nemser (2001), entre outros, argumenta que a formação inicial de professores, além de incluir uma vertente sobre aprender a ensinar, também tem a ver com os conhecimentos, as experiências e as crenças dos futuros professores. Tal como a investigação tem mostrado, as crenças dos futuros professores formadas durante a sua vida académica, anterior à formação específica para a docência, são particularmente resistentes à mudança e não se alteram significativamente durante os cursos de formação (e.g., Pajares, 1992). Além disso, essas crenças revelam-se incompatíveis com as concepções de ensino, aprendizagem e conhecimento que sustentam as novas visões do ensino e da aprendizagem que têm sido preconizadas pelas reformas educativas recentes. Assim sendo, a formação tem de oferecer o tempo e as oportunidades para os futuros professores analisarem criticamente as suas ideias e “desenvolverem novas visões sobre o que é possível e desejável para inspirar e guiar o seu desenvolvimento profissional e as práticas” (Feiman-Nemser, 2001, p. 1017) e este é um empreendimento que deve orientar a ação dos formadores de professores.

Baseando-se na premissa que a formação de professores era um problema de aprendizagem, os investigadores nesta área focaram-se na construção e exploração das bases do conhecimento profissional. Estas investigações realizaram-se em função não só do como e de o que os professores deviam saber sobre os assuntos a ensinar, mas, também, como pensavam e aprendiam durante a formação e, ainda, das condições e dos contextos mais favoráveis para aprender a ensinar (Cochran-Smith, 2004). Segundo esta autora, além dos aspetos referidos, a investigação sobre a formação de professores passou a incluir abordagens mais críticas, emergindo todo um programa de pesquisa para explorar o modo como os professores aprendiam a ensinar para a diversidade, incluindo a importante vertente sobre o modo como as crianças aprendem.

De entre várias perspetivas que emergiram a partir de diversos estudos neste âmbito, destacam-se duas preponderantes. Uma delas foi proposta por Shulman (1986b) que adotou uma perspetiva analítica sobre o conhecimento do professor, enunciando e caracterizando as componentes desse saber: conhecimento do conteúdo ou disciplinar (*subject matter knowledge*), conhecimento pedagógico do conteúdo (*pedagogical content knowledge*) e conhecimento curricular (*curricular knowledge*). Esta perspetiva tem revelado grande fecundidade em termos da investigação sobre formação de professores pois, sendo certo que

o conhecimento do conteúdo é uma condição necessária para um ensino de qualidade, diversos autores (e.g., Abell, 2008; Kind, 2009) apontam claramente para a importância do ensino de um corpo de conhecimento pedagógico de conteúdo associado à prática que tem de ser apreendido pelos futuros professores.

Outra perspectiva preponderante é a proposta de Schön (1991) de “reflexão-na-ação” encarada como central na valorização da prática, enquanto sustentada num processo de ensino/aprendizagem durante o qual o professor ou o futuro professor, reflete, analisa e reorienta as suas práticas ao longo do percurso de formação. Para o autor, este processo é potenciado se o formando puder interagir trocando impressões com um professor mais experiente e/ou com o seu formador, com vista à autonomização das suas práticas ao longo do percurso formativo.

Nesta linha, Zeichner (1993) encara as práticas de ensino como um objeto de estudo teórico e não como um contexto de mera aplicação prática de diversas teorias e modelos. A propósito do movimento gerado em torno da prática reflexiva, desenvolvido a nível internacional no quadro da formação de professores, Zeichner (1993) refere que este movimento se opõe à visão dos professores como técnicos que aplicam aquilo que outros desenham e concebem (por ex., os autores de currículos, programas e manuais), implicando o reconhecimento dos professores como personagens ativas no seu trabalho, tanto na definição de objetivos, como na preparação dos meios e dos materiais curriculares para os atingir. Segundo o autor, com base na ideia de reflexão sobre a prática, reafirma-se que a formação de professores é um processo contínuo e que a formação inicial, habitualmente realizada nas universidades, mesmo com grande qualidade, só pode preparar os docentes para começarem a lecionar. Zeichner (1993) estudou como tem sido feita esta formação inicial nos Estados Unidos da América, apoiada nos conceitos de prática reflexiva (enunciados com significados nem sempre coincidentes), falou com formadores, analisou os materiais utilizados e concluiu que estes programas têm um resultado muito pouco produtivo numa formação que ambicione promover um melhor desenvolvimento do professor. Este autor propõe o termo *ensino reflexivo* atribuindo-lhe o significado da ação dos professores ao “criticarem e desenvolverem as suas teorias práticas à medida que refletem sozinhos ou em conjunto, na ação e sobre ela, acerca do seu ensino e das condições sociais que modelam as suas experiências de ensino” (p. 22).

Entre as múltiplas dimensões desta problemática realçam-se, por um lado, a dimensão do desenvolvimento pessoal do estudante/formando como parte integrante do seu processo

de aprender a ser professor, tornando-se um facilitador das aprendizagens dos alunos e conhecedor das suas características individuais; por outro lado, a dimensão que exige ao professor uma atitude crítica na busca de justiça social, visando promover as atitudes cívicas e democráticas dos alunos para a sua integração na sociedade. Para a construção desta nova cultura profissional, vários autores (e.g., Feiman-Nemser, 2001; Shulman & Shulman, 2004) defendem que os professores devem ser envolvidos em comunidades de prática onde possam aprender em colaboração com os colegas, partilhando conhecimentos e experiências, refletindo sobre as suas ações e, eventualmente, sentindo-se capazes e motivados para promoverem este modo de aprendizagem com os seus alunos (Shulman & Shulman, 2004).

Finalmente, e de acordo com Cochran-Smith (2004), os debates sobre a formação de professores desde meados dos anos 90 têm sido definidos como um problema de políticas educativas. Segundo a autora, encarar a formação de professores como um “problema político”, significa identificar medidas de política educativa tanto ao nível institucional (como por exemplo, os requisitos de entrada e a estrutura dos programas de formação) como em termos práticos (tal é o caso dos testes de avaliação de professores e a regulamentação específica dos diplomas de acesso à docência), presumivelmente sustentadas pela evidência empírica que demonstra os efeitos positivos sobre os resultados desejados na aprendizagem dos estudantes, em particular através das classificações obtidas em testes padronizados. Tem havido diversas críticas a esta visão, considerada redutora, por se aproximar novamente da ideia de formação como treino, por não contemplar aspetos como o desenvolvimento emocional e social dos alunos, a sua preparação para viverem numa sociedade democrática e o estatuto e condições de trabalho dos docentes (e.g., Darling-Hammond, 2003; Pacheco & Pestana, 2014). Por exemplo, Darling-Hammond (2003) realça os desafios que se colocam às escolas e aos professores que são “chamados a educar o corpo discente mais diverso da história para atingirem padrões académicos mais elevados do que nunca, em resposta a uma sociedade cada vez mais complexa e a uma economia baseada em rápidas mudanças tecnológicas” (p. 149). Numa perspetiva semelhante, Pacheco e Pestana (2014), chamam a atenção para o facto de a situação atual em que se coloca a ênfase na avaliação do ensino, baseada em resultados internacionais (*rankings*) que influenciam as políticas educativas, não ser uma realidade inerente à escola, traduzindo-se numa linguagem de prestação de contas que origina pressões de ordem diversa sobre a comunidade educativa.

Como afirma Cochran-Smith (2004) as políticas de formação de professores não surgem desligadas dos valores e das ideologias dos sistemas existentes e a função docente

tem aspetos técnicos que os professores devem dominar, mas, e mais importante, o ensino também é uma atividade intelectual, cultural e contextual que requer decisões importantes sobre a abordagem dos conhecimentos, a aplicação de competências pedagógicas e o desenvolvimento das relações humanas, entre outros aspetos. E acrescenta: “como preparar professores capazes de promover valores e competências democráticas deve ser reconhecido como uma parte importante do ‘Problema da formação de professores’, se quisermos manter uma democracia saudável” (p. 298).

Embora as tendências apontadas tenham emergido principalmente nos EUA, moldando as políticas de formação inicial e contínua de professores, enfatizando a qualidade profissional e colocando expectativas elevadíssimas em relação ao desempenho dos professores (e.g. Ludlow et al., 2010; Zeichner, 2010), elas têm influenciado vários países. Assim, o quadro atual da internacionalização e da globalização e um movimento de “standardização” da educação e da formação (e.g., Pacheco, 2011; Young, 2010), estenderam-se a países anglo-americanos, europeus e asiáticos. Nestes países, a investigação sobre a formação inicial de professores vem fornecendo questões e perspectivas de pesquisa a partir dos contextos particulares em que se desenvolve (Gray, 2010). Este autor, com base na revisão de uma gama de artigos internacionais, refere que um grande fator de impacto na formação inicial de professores é a prestação de contas, ligada ao aumento do desenvolvimento da profissionalidade docente sem, contudo, existirem respostas claras em termos das formas de abordagem adequadas à avaliação da eficácia dos programas de formação de professores. Este aspeto tem sido evidenciado por outros autores, como por exemplo Ludlow e colaboradores (2010). Gray (2010) afirma, ainda, que desses estudos emergem como importantes requisitos para a formação “a sensibilidade ao contexto, o reconhecimento da sua complexidade, o desenvolvimento das capacidades dos formadores de professores e a abertura a diversas abordagens de investigação para a produção de conhecimento, envolvendo múltiplos interessados” (p. 350).

Neste âmbito, estudos da OCDE têm identificado alguns princípios que podem assegurar a qualidade da formação inicial de professores (Schleicher, 2012): (1) o enunciado de perfis claros e concisos sobre o que os professores devem saber sobre os conteúdos a ensinar e sobre o modo como devem ensiná-los; (2) a mudança dos programas de formação no sentido da construção de um modelo baseado numa preparação menos académica e mais profissional (em ambiente escolar), com um equilíbrio adequado entre teoria e prática, e em contextos de colaboração entre os professores; e (3) implementar estruturas mais flexíveis

de formação inicial de professores, o que pode ser eficaz na abertura de novos percursos da carreira docente, sem comprometer o rigor dos programas tradicionais. Segundo o autor, os programas mais flexíveis, de que é exemplo a formação conferida na *University Training* da Finlândia, podem incluir uma extensa formação sobre como ensinar - com uma forte base em resultados da investigação sobre a prática - e mais de um ano a lecionar numa escola associada com a universidade, investigando sobre a prática e ensinando em parceria e sob a orientação de professores experientes.

Schleicher (2012) refere que, em muitos países, a formação inicial de professores tende a enfatizar o desenvolvimento de capacidades de reflexão e de investigação sobre a prática. Além disso, valoriza-se o desenvolvimento da capacidade dos professores em formação para diagnosticarem problemas dos alunos e agirem, com rapidez e precisão, a partir de um vasto repertório de soluções possíveis de modo a encontrar as mais apropriadas ao diagnóstico realizado. Em algumas regiões (por ex., a Finlândia, a província de Xangai na China e em alguns estados norte-americanos), as instituições procuram proporcionar aos futuros professores as capacidades de investigação necessárias para lhes permitir melhorarem as suas práticas de modo sistemático, tendo em vista o sucesso de todos os alunos (Schleicher, 2012).

A este respeito, a União Europeia, no âmbito do seu desenvolvimento estratégico (Europa 2020), tem vindo a reiterar os objetivos iniciais do Processo de Bolonha no sentido de proporcionar um quadro para a reforma e a modernização dos sistemas de ensino superior (EACEA, 2012). Esses objetivos visam a melhoria da qualidade da formação, os estímulos à mobilidade internacional, assegurar a relevância da formação para os mercados de trabalho, promover níveis de educação mais elevados, colocando os estudantes no centro do processo de aprendizagem, criando novas oportunidades que reflitam a diversidade sociocultural e tendam a melhorar o acesso à educação superior para um maior número de cidadãos (e.g., Monteiro, Leite & Lima, 2013). De acordo com os proponentes, o Processo de Bolonha não pressupõe uma uniformização do ensino superior. Tal situação afigurava-se contrária ao princípio de autonomia que se deseja para cada um dos estados membros. O objetivo principal daquele processo é criar um quadro comum de referência com vista a aumentar a comparabilidade e o reconhecimento internacional das diversas formações. Com esse objetivo, têm vindo a ser desenvolvidos instrumentos, como, por exemplo, a creditação das formações em três ciclos de estudos, com níveis de formação progressivamente mais

elevados, tendo por base um sistema único de creditação (ECTS), que sirvam de referência para a avaliação da qualidade das formações (EACEA, 2012).

Este aspeto, embora monitorizado a nível europeu, é da responsabilidade de cada um dos Estados-Membros, no que diz respeito à organização dos sistemas de educação, de formação e dos programas de aprendizagem (e.g., EACEA, 2012; Leite & Ramos, 2012; Ruivo & Mesquita, 2010). Atualmente, as orientações que enquadram o Processo de Bolonha, estão a ser implementadas em 47 países, com diferentes ritmos, em função da adaptação da legislação em cada país (EACEA, 2012), facto que reforça a ideia da globalização das formações ao nível do ensino superior e, neste caso, para além das fronteiras da União Europeia. Assim, a organização dos cursos de ensino superior em três ciclos de estudos (1.º, 2.º e 3.º ciclos), correspondentes a três graus de certificação comparáveis, (respetivamente designados por bacharelato/licenciatura, mestrado e doutoramento, consoante as terminologias adotadas nos diferentes países) em função do número de créditos adquiridos no final de cada grau, tem vindo a estender-se a um número cada vez maior de instituições.

Os critérios e orientações referidos têm sido, igualmente, aplicados aos cursos de formação inicial de professores nos países aderentes ao Processo de Bolonha. Na generalidade destes países, os dados relativos à formação inicial revelam que a duração dos cursos varia entre três a cinco anos. Em alguns países a qualificação mínima mais comum corresponde ao 1.º ciclo de estudos e, noutros (por exemplo, Portugal) é exigido o curso de mestrado (2.º ciclo de estudos) para obtenção de um diploma profissional (Comissão Europeia/EACEA/Eurydice, 2013). Segundo este relatório, em metade dos países coexistem dois modelos diferentes que oferecem idênticas opções profissionais: os estudantes podem optar por fazer um percurso profissional e académico integrado (*concurrent model*) ou iniciar o percurso sequencial com a formação académica antes da profissionalização na prática de ensino (*consecutive model*)¹⁰. No que diz respeito à formação de professores do ensino primário (correspondente ao 1.º e 2.º ciclos do ensino básico português), a maioria dos países europeus segue o modelo integrado. Apenas França e Portugal têm implementado

¹⁰ Modelo integrado: a formação profissional teórica e prática é dada ao mesmo tempo que a componente de educação geral. A qualificação necessária para realizar a formação de acordo com este modelo é a certificação no ensino secundário e, em alguns casos, possuir um certificado de aptidão para o ensino superior. Modelo sequencial: a formação profissional teórica e prática segue-se à componente de educação geral. Neste modelo, os estudantes que tiverem realizado a formação superior numa dada área, passam para a formação profissional em uma fase separada (European Commission/EACEA/Eurydice, 2015, p. 34).

o modelo sequencial ao passo que na Bulgária, Estónia, Irlanda, Polónia, Eslovénia e Reino Unido (Inglaterra, País de Gales, Irlanda do Norte e Escócia), coexistem ambos os modelos (Comissão Europeia/EACEA/Eurydice, 2013). Quanto à duração mínima da formação, ela varia entre quatro a cinco anos nos países em que o nível exigido é o mestrado e, entre 3 e 4 anos, nos países que certificam os professores do ensino primário com o grau de bacharelato. Independentemente da duração dos cursos, as componentes de formação podem não evidenciar grandes diferenças. Tomando como exemplo a formação profissional – definida em termos das competências teóricas e práticas necessárias para a docência, incluindo disciplinas na área da psicologia, teoria e métodos pedagógicos e os estágios – em vários países, a componente profissional para os professores do ensino primário perfaz, pelo menos, um terço do programa completo. Apesar de diversos países procurarem integrar a formação profissional em todas as etapas do programa de formação (abordagem integrada), “aparentemente, não existe uma correspondência entre o nível do programa [grau conferido] e a quantidade de formação profissional. Por conseguinte, as qualificações ao nível da licenciatura não oferecem necessariamente mais formação profissional do que as qualificações de mestrado e vice-versa” (Comissão Europeia/EACEA/Eurydice, 2013, p. 25).

Independentemente do modelo de formação adotado pelos diferentes países, as orientações para a construção de perfis de competências, baseadas na literatura atual e em consonância com as recomendações da OCDE (e.g., OECD, 2009), que devem orientar a formação de professores, têm vindo a ser reafirmadas e explicitadas em alguns documentos europeus (e.g., European Commission/Education and Training, 2013). Os autores deste documento afirmam que “as competências para ensinar são combinações complexas de conhecimentos, capacidades, níveis de compreensão [e de reflexão], valores e atitudes, visando uma ação eficaz na situação [de ensino/aprendizagem]” (p. 8). E é pelo facto de o ensino envolver diversos valores ou pressupostos relativos à educação, à aprendizagem e à sociedade, que o elenco de competências dos professores se pode expressar de forma diversa em diferentes contextos nacionais. Assim, em países como a Bélgica (comunidade francófona), Dinamarca, Alemanha, França, Lituânia, Itália e Eslovénia, os quadros de competências tendem a ser muito genéricos com orientações vagas. Já as normas norueguesas relativas à formação dos professores, baseadas no Quadro Europeu de Qualificações, estabelecem aquilo que os candidatos devem saber, compreender e ser capazes de fazer sob a forma de resultados da aprendizagem. Em outros países, como a

Estónia, Letónia, Países Baixos, Reino Unido e Roménia, os quadros de competências são considerados como padrões profissionais de desempenho (Comissão Europeia/ EACEA/ Eurydice, 2013).

Em Portugal, o Estado assume-se como regulador da habilitação profissional para a docência (Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio), e define, centralmente, “os requisitos de acesso aos cursos de obtenção de habilitação profissional; a tipologia dos cursos; os perfis de formação; as componentes de formação e a estrutura do currículo de formação” (Martins, 2015, p. 186). Contudo, as instituições de formação possuem autonomia para delinear as componentes dos planos de estudos, de acordo com as linhas orientadoras do seu projeto pedagógico e com os perfis específicos de formação de educadores e professores, definidos no quadro desse mesmo projeto.

Em suma, atualmente a formação de professores é demasiado complexa para ser caracterizada por uma única perspetiva, orientação ou modelo curricular pois, inevitavelmente, engloba múltiplos aspetos teóricos e práticos que se entrecruzam na construção de programas de formação, desejavelmente sustentados pelos resultados da investigação e fortemente influenciados pelas políticas educativas dos países e das regiões. Uma formação de qualidade deve favorecer os processos através dos quais os professores se implicam, individualmente e em equipa, em experiências de aprendizagem para adquirirem e aprofundarem os seus conhecimentos, capacidades e disposições que lhes permitam refletir e intervir profissionalmente no contexto de ensino/aprendizagem e nos outros contextos onde trabalham, como elementos da comunidade educativa.

1.2.1. Formação inicial de professores em Portugal: Breve resumo histórico

Em Portugal, tal como em outros países, a formação inicial de professores tem passado por diversas alterações e alimentado inúmeros debates no seio da comunidade académica e na sociedade. Apresenta-se um breve resumo dessas mudanças, em particular no que diz respeito à formação dos futuros professores do 1.º ciclo do ensino básico.

Até aos anos 70 do século XX, a formação de professores, para o então chamado ensino primário, decorria nas Escolas do Magistério Primário situadas nas capitais de distrito. O modelo de curso que vigorava no Estado Novo (Decreto-Lei n.º 32 243, de 5 de setembro de 1942), com a duração de três semestres aos quais se seguia um estágio pedagógico, evidenciava uma vincada posição ideológica, afastando o estudo das correntes pedagógicas

modernas e colocando a tónica nas técnicas e estratégias de ensino (Ferreira & Mota, 2009). A este respeito, Pintassilgo e Pedro (2012) referem que o curso das Escolas do Magistério Primário tinha duas disciplinas centrais: Pedagogia e Didática Geral e Didática Especial, sendo esta última de cariz essencialmente prático englobando “as áreas de didática da aritmética, da leitura, da escrita, da ortografia, geografia, história pátria, desenho e trabalhos manuais” (p. 2). Os autores referem, ainda, que nos anos 60 o curso foi alargado para quatro semestres e foram incluídas novas matérias, como por exemplo Língua Portuguesa e Ciências Geográfico-Naturais, visando superar a falta de habilitações dos candidatos ao magistério primário.

Após o 25 de Abril de 1974, a escola passa a ocupar um lugar central no debate político, processo que conduziu a profundas alterações no sistema educativo português e nos modelos de formação de professores, já nessa época sob a influência de orientações internacionais (Castro, 2014). No que diz respeito ao Magistério Primário, são introduzidas alterações profundas quer nas habilitações de acesso quer ao nível dos planos de estudos. Porém, o acontecimento mais marcante para a formação dos professores do ensino primário é a criação de cursos ao nível do ensino superior de curta duração (Decreto-Lei n.º 427-B/77, de 14 de outubro) planeados para funcionarem numa rede distrital de Escolas Superiores de Educação que, mais tarde, virão a ser integradas no subsistema de Ensino Superior Politécnico.

Depois de um período de indefinições de ordem legal e organizativa¹¹, a publicação da Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86, de 14 de outubro) veio consolidar o funcionamento do ensino básico e secundário e estabelecer os princípios gerais sobre a formação de professores e educadores com as alterações introduzidas pela Lei n.º 115/97, de 19 de setembro, instituindo a formação inicial de nível superior, nos seguintes termos:

Formação inicial de nível superior, proporcionando aos educadores e professores de todos os níveis de educação e ensino a informação, os métodos e as técnicas científicos e pedagógicos de base, bem como a formação pessoal e social adequadas ao exercício da função; [...]. (art. 33º, para. 1,a)

¹¹ A rede escolar distrital de Escolas Superiores de Educação tinha três exceções, onde se previa a criação de Centros Integrados de Formação de Professores (CIFOP), enquadrados em outros tantos centros universitários nas cidades de Aveiro, Braga e Évora. Vicissitudes de vária ordem condicionaram o arranque daquelas escolas e a legislação de referência só seria publicada a partir de 1986 (Decreto-Lei n.º 59/86, de 21 de março; Portaria n.º 352/86, de 8 de julho).

Importa referir que, de entre os outros sete princípios elencados no referido artigo, alguns consideram-se igualmente importantes para a formação inicial de professores, tais como os que se referem a uma formação: integrada (científica e pedagógica e teórico/prática); assente em práticas afins às que o professor vier a usar na prática pedagógica; promotora de uma atitude crítica e interventiva face à realidade social; que favoreça e estimule a inovação e a investigação; e participada no sentido de conduzir à reflexão crítica e à autoaprendizagem. A partir da aprovação do Decreto-lei nº 344/ 89 de 11 de outubro, a formação inicial de professores foi atribuída em exclusivo a instituições de ensino superior.

A formação inicial de Educadores de Infância e de Professores dos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico passou, então, a ser da responsabilidade das Escolas Superiores de Educação e de algumas universidades, ao passo que a formação de professores para o 3.º ciclo do ensino básico e para o ensino secundário continuou a ter lugar nas universidades¹². Apesar da descentralização da formação de professores ter um impacto positivo nas regiões mais distantes do litoral do país (e.g., Ruivo & Mesquita, 2010), surgiram diversas críticas relativamente à qualidade da formação científica e didática dos futuros professores (e.g., Ponte, 2006). Segundo Ponte (2006), “tem sido difícil encontrar um equilíbrio entre a formação nas áreas da especialidade, a formação educacional e a formação prática” (p. 7). O autor afirma que nas universidades a formação na especialidade tende a deixar pouca margem para incluir a formação educacional e que nas escolas superiores de educação se verifica o oposto. Para o autor a formação didática, afigura-se limitada “ou porque não se consegue constituir como área de investigação educacional ou porque se dilui na formação pedagógica generalista” (*ibid.*) e a componente prática aparenta ser insuficiente porque se desenvolve, muitas vezes, de modo rotineiro, é pouco problematizadora (pouco reflexiva) e sem muita ligação com as vertentes teóricas dos cursos.

O quadro legal em vigor na época (Portaria n.º 352/86, de 8 de julho) legitimava a existência de modelos de formação integrados com a duração de seis semestres (grau de bacharel) para a formação de Educadores de Infância e de Professores do Ensino Primário. A integração traduzia-se, em geral, na articulação das disciplinas das Ciências da Educação, de disciplinas de cariz científico e pedagógico-didático em áreas mais ou menos abrangentes

¹² Com a expansão do sistema de Ensino Superior em Portugal o processo teve vários desenvolvimentos com a integração/agregação de algumas escolas superiores nas Universidades Novas.

e na existência de uma componente de prática pedagógica que se desenvolvia em paralelo e ocupava um tempo curricular progressivamente mais alargado do 1.º ao 3.º anos. Segundo Castro (2014), este modelo tinha algumas características peculiares o que justificou a sua longa duração: “a ideia da preparação de um profissional especialista, a ideia de envolver todas as áreas académicas relevantes para qualificar o professor de uma forma articulada e a ideia de formação de professores como um projeto especializado” (p. 6). Contudo, a mesma legislação também admitia a existência de um modelo de formação sequencial em que as componentes científicas e pedagógico-didáticas decorriam nos primeiros anos do curso e a prática pedagógica supervisionada surgia apenas no final. Foi nesta base que algumas instituições de formação construíram os currículos para os cursos de Professores do Ensino Básico em áreas específicas (variantes). À época, um dos aspetos legislativos mais controversos foi a imposição de um modelo que conferia, em simultâneo, formação certificada para os futuros professores lecionarem no 1.º ciclo do ensino básico e em duas disciplinas do 2.º ciclo (por exemplo, variante de Matemática/Ciências da Natureza), o que colocava limitações fortes à realização de uma formação científica mais aprofundada em duas áreas do saber (2.º ciclo) e a uma formação pedagógico-didática adequada a diferentes níveis de ensino, com um professor único e multidisciplinar no 1.º ciclo (Castro, 2014).

Na década de 90 decorreu uma nova reorganização curricular, ao nível da formação inicial, com o aumento da duração das licenciaturas de educadores de infância e de professores do 1.º ciclo do ensino básico para quatro anos e a permanência dos dois tipos de modelos de formação (integrado e sequencial) referidos. O Decreto-lei n.º 344/89, de 11 de outubro, estabeleceu as seguintes componentes nos cursos de formação inicial de professores: “a) Uma componente de formação pessoal, social, cultural, científica, tecnológica, técnica ou artística ajustada à futura docência; b) Uma componente de ciências da educação; c) Uma componente de prática pedagógica orientada pela instituição formadora, com a colaboração do estabelecimento de ensino em que essa prática é realizada” (DR, n.º 234, Série I, de 1989, p. 4428). Este documento legislativo conferia maior peso à componente de formação na área de docência (até um máximo de 60 a 70% da carga horária total dos cursos) e deixava alguma flexibilidade às instituições na definição das outras componentes nos planos de estudos. As componentes dos cursos de formação inicial de professores seriam novamente alteradas com a criação do, já extinto, Instituto Nacional de Acreditação e Formação de Professores (INAFOP) que veio a estabelecer os Padrões de Qualidade para a Formação Inicial de Professores e atribuiu um peso às componentes de

formação convertido em unidades de crédito¹³. A publicação do Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de agosto, definindo o perfil geral de desempenho profissional do Educador de Infância e do Professor do Ensino Básico e Secundário contribuiu para estabilizar os cursos de formação inicial naquele momento. Apesar disso, as características específicas da formação conferida nas diversas instituições originaram resultados diversificados, mas, essa abordagem, ultrapassa o âmbito da presente investigação focada num curso desenhado com base no Processo de Bolonha.

Como se referiu anteriormente (capítulo 1), a adoção das orientações do Processo de Bolonha introduziu alterações ao modelo de formação inicial de professores. Com base no novo regime jurídico de habilitação profissional para a docência definido no Decreto-Lei n.º 43/2007, de 22 de fevereiro e alterado pelo Decreto-Lei n.º 107/2008¹⁴, de 25 de junho estabeleceram-se, entre outros aspetos, a adoção do sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS) e o regime de graus académicos definidos no âmbito do Processo de Bolonha (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março). O novo regime jurídico estabelece o mestrado como grau mínimo de qualificação para a docência e assenta nos seguintes princípios gerais: (1) valorização do conhecimento disciplinar (científico, humanístico e/ou tecnológico), em função da ou das áreas curriculares integradas no domínio de habilitação para a docência; (2) valorização do conhecimento profissional (formação educacional geral, didáticas específicas e prática de ensino supervisionada), definindo condições para a elaboração de protocolos com as escolas (e professores) cooperantes; e (3) valorização do ensino baseado na investigação, através da formação em metodologias de investigação educacional (princípios e métodos), visando capacitar os futuros professores para uma atualização constante do seu conhecimento profissional. Neste quadro jurídico, a formação para Educador de Infância e Professor do 1.º e do 2.º Ciclos do Ensino Básico passou a ser feita em dois ciclos de estudos. Um 1.º ciclo com a duração de 6 semestres, correspondendo a 180 ECTS (Licenciatura em Educação Básica) e um 2.º ciclo (mestrado) que podia oscilar entre 60 a 120 ECTS, dependendo do domínio de habilitação a conferir: (1) Educação Pré-Escolar; (2) Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico; (3) Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico; e (4) Ensino do 1.º e 2.º Ciclo do Ensino

¹³ Às componentes de formação foi atribuído um peso relativo medido em unidades de crédito ECTS. Contudo, só com a adoção do modelo de formação decorrente do Processo de Bolonha é que todas as instituições de ensino superior introduziram as unidades de crédito em todos os planos de estudos.

¹⁴ Este diploma foi revogado em 2014 (*cf.* Nota 2).

Básico. No caso da Licenciatura em Educação Básica, que interessa à presente investigação, as componentes de formação deviam obedecer aos critérios que se apresentam na Tabela 2.1.

Este modelo atribui à *Formação na Área de Docência* uma percentagem que oscila entre 66% e 75%, ou seja, ligeiramente superior à consignada na legislação anterior. Os créditos atribuídos a todas as outras componentes apenas permitem uma primeira abordagem aos conteúdos nelas integrados, como é o caso da *Iniciação à Prática Pedagógica*. Assim, a valorização do conhecimento profissional é diferida para os 2.^{os} ciclos de formação, evidenciando o caráter sequencial do modelo de formação. Para Ferreira e Mota (2009), por exemplo, o mais importante da análise do percurso de formação de professores para os primeiros anos de escolaridade “é compreender em que medida ele traduz a modernidade e o que isso significa em termos de mais-valia para a promoção de uma educação capaz de dar resposta às exigências duma sociedade em transformação” (p. 86).

Tabela 2.1

Distribuição de créditos por componentes de formação na Licenciatura em Educação Básica

Componentes de formação	ECTS (180)
Formação na área de docência	120 a 135
Didáticas específicas	15 a 20
Formação educacional geral	15 a 20
Formação cultural, social e ética	*
Formação em metodologias de investigação educacional	*
Iniciação à prática profissional	15 a 20

Nota. *A incluir nos créditos atribuídos às componentes de didáticas específicas, formação educacional geral e iniciação à prática profissional.

Em suma, as constantes alterações ao modelo de formação inicial de professores, dificultam uma avaliação clara e rigorosa dos efeitos dessas mudanças quer na qualidade da formação dos futuros professores do 1.º ciclo do ensino básico, quer nas aprendizagens dos alunos deste nível de escolaridade. Considerando as tendências apontadas para a formação inicial de professores, cabe às instituições de formação (Escolas Superiores de Educação e Universidades), na janela de autonomia que possuem, procurarem os modos de superar eventuais obstáculos e constrangimentos de diversa ordem e imprimir dinâmicas internas (de investigação e de formação) conducentes à conceção e ao desenvolvimento de uma formação

inicial de professores sólida e fundamentada, em que as componentes científica e pedagógica se aliem a uma prática pedagógica reflexiva e crítica.

Perante este quadro, nacional e internacional, justifica-se o desenvolvimento de uma investigação destinada a averiguar o tipo de formação, sobre ciência e sobre o ensino das ciências, que recebem os futuros professores antes de entrarem nos segundos ciclos de formação, orientados para a certificação para a docência nos primeiros anos de escolaridade.

1.3. Ensino das ciências e formação inicial de professores

O estatuto do ensino e da aprendizagem das ciências foi aumentando nas últimas quatro décadas do século XX e ocupa atualmente um lugar de inegável importância no quadro dos sistemas educativos e na sociedade (AAAS, 1989; Rocard et al., 2007; UNESCO, 1999). A adoção das orientações internacionais para a educação em ciências (Fensham, 2008; NRC, 1996, 2012; OECD, 2000, 2006; Osborne & Dillon, 2008) tem influenciado os movimentos de reforma educativa na maioria dos países que estão a convergir no sentido de considerarem a literacia científica para todos como a grande finalidade da educação científica.

Neste quadro e apesar de todas as mudanças curriculares, claramente ilustradas em estudos sobre as ciências como disciplinas escolares (e.g., Goodson, 2001), e da influência das teorias da aprendizagem nas abordagens que advogam os modos de atingir o sucesso no ensino/aprendizagem das ciências, o professor continua a ser encarado como a peça central do processo de ensino/aprendizagem, em qualquer contexto de reforma educativa (e.g., Canário, 1996, 2004; Duschl, 1990; Hewson 2007). De acordo com Canário (1996), a formação e a inovação são dois conceitos e processos indissociáveis que se entrecruzam e influenciam mutuamente ao incidirem no desenvolvimento profissional dos professores e na melhoria dos processos educativos dos alunos, ultrapassando a rutura, inerente ao positivismo, entre a teoria e a prática, no contexto (a escola) onde ocorrem estas interações.

Com base em argumentos de natureza diversa, as organizações internacionais, os investigadores e educadores em ciência consideram que a educação em ciência e para a *literacia científica* deve ocorrer desde os primeiros anos de escolaridade (e.g., Bell, 2013; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Michaels, Shouse & Scheingruber, 2008). Os argumentos centrais referem-se à ideia de que o contacto com a ciência pode desenvolver a

curiosidade natural das crianças e contribuir para o seu desenvolvimento na construção de conhecimentos, capacidades e atitudes básicas (rotinas de pesquisa, hábitos de pensar e de comunicar, argumentando de forma lógica e clara sobre os dados e interpretações), fatores decisivos para o modo como elas irão encarar a ciência no futuro e envolver-se em questões económicas, políticas e sociais influenciadas pela ciência e a tecnologia (e.g., Afonso, 2008; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Hodson, 2003, 2008; Martins et al., 2007; Millar & Osborne, 1998; Roberts, 2007).

É, por isso, generalizadamente aceite que o ensino/aprendizagem das ciências envolva, no mínimo, três vertentes: (1) *aprender ciência*, o que significa a aquisição e o desenvolvimento de conhecimento científico (factos e conceitos), leis e teorias; (2) *aprender sobre ciência*, o que corresponde a desenvolver alguma compreensão sobre a natureza do trabalho científico, a par da apreciação da história da evolução das ideias científicas, alguma sensibilização face às complexas interações que se estabelecem entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e, também, às implicações pessoais, sociais e éticas do uso de tecnologias específicas; e (3) *fazer ciência*, o que realça a importância dos alunos desenvolverem as capacidades investigativas e se envolverem na resolução de problemas (Hodson, 1993, 2008). A estas vertentes Hodson (2003, 2011) juntou recentemente uma quarta: *envolver-se na ação sociopolítica*, adquirindo (através da participação guiada) a capacidade e assumindo o compromisso de tomar as medidas adequadas, responsáveis e eficazes em assuntos de interesse social, económico, ambiental e ético relacionados com a ciência e/ou tecnologia.

No caso da educação científica e da investigação nesta área, no sentido de dar coerência ao ensino, à aprendizagem e à formação de professores, foi e é necessário mobilizar e articular saberes de outras áreas disciplinares de referência que contribuam para o estabelecimento de um quadro teórico coerente, no sentido de produzir novo conhecimento nesta área da educação (e.g., Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Millar & Osborne, 1998; Morais, Neves & Ferreira, 2014; Osborne & Dillon, 2008). Destacam-se as disciplinas metacientíficas que estudam a ciência e os processos da sua construção (e.g., Castro, 2006; Duschl, 1990; Ferreira & Morais, 2010; Lederman, 2007; Matthews, 2009a; Ziman, 1980, 1984), os contributos das teorias da aprendizagem, em particular, da psicologia cognitiva, para a compreensão do modo como se aprende, apontando para as práticas de cariz construtivista centradas no envolvimento e na atividade dos alunos (e.g., Ausubel, 1968; Duit & Treagust, 2003; Hewson, 2007; Vygotsky, 1978) e a contribuição dos conceitos e

modelos da área da sociologia para a análise da relação entre os textos (currículos, programas e manuais) que estabelecem as bases para a educação científica e dos contextos onde se desenvolvem as práticas de educação e formação (e.g., Calado & Neves, 2012; Ferreira, Morais & Neves, 2011; Morais & Neves, 2003, 2009; Neves & Morais, 2000; Neves, Morais & Afonso, 2004; Pires, Morais & Neves, 2004).

Em Portugal, o ensino ciências já adquiriu um estatuto relevante no currículo nacional. As orientações expressas nos programas oficiais em vigor, designadamente a explicitação das competências específicas e das experiências de aprendizagem definidas para as áreas do Estudo do Meio e das Ciências Físicas e Naturais no Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001), apontam os caminhos para a promoção da literacia científica, através das experiências de aprendizagem dos alunos. Porém, em muitos casos, os professores desconhecem as novas linhas orientadoras para o ensino das ciências e parecem continuar a encarar o programa como um elenco de conteúdos e objetivos a cumprir (e.g., Paixão & Cachapuz, 1999) e nas aulas de ciências, continua a prevalecer a transmissão de informação científica associada a uma visão limitada e distorcida sobre a ciência o que pode conduzir ao desinteresse dos alunos e à rejeição pela aprendizagem de assuntos relacionados com a ciência (e.g., Afonso, 2008; Cachapuz, Praia & Jorge, 2004; Vázquez & Manassero, 2007). Assim, as medidas decretadas e as inovações introduzidas, em função das abordagens preconizadas para o ensino das ciências, só poderão ter efeito se forem consistentemente apropriadas pelos professores. Para prosseguir estes caminhos, é essencial uma intervenção concertada ao nível da elaboração, gestão e implementação dos programas do ensino das ciências e da formação de professores de ciências que contribuam para o seu desenvolvimento profissional (e.g., Afonso, Neves & Morais, 2005; Ferreira, Morais & Neves, 2011; Santos, 2010).

Neste âmbito, têm sido desenvolvidos alguns programas de formação contínua e projetos de desenvolvimento profissional de professores que incluem uma dimensão de intervenção e apoio direto à formação, em termos dos processos de trabalho e dos materiais educativos em contextos da prática profissional (e.g., Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011; Martins et al., 2012). Esta parece ser uma questão relevante para a formação dos professores do ensino básico pois as crianças cedo começam a ter uma perceção progressivamente mais complexa do mundo que as rodeia, procurando encontrar explicações para o que observam, sendo capazes de evoluir de um conhecimento manipulativo e meramente sensorial para o estabelecimento de relações de tipo causal e até para uma interpretação de tais relações, com

base em modelos explicativos simples. Para tal é essencial estimular o seu espírito investigativo proporcionando-lhes experiências diversas que conduzam a aprendizagens concretas, sistematizadas com rigor e progressivamente mais complexas (Martins et al., 2007). Isto implica encarar o ensino básico de uma forma integrada ao nível dos documentos curriculares, dos contextos, dos materiais de apoio e de todos os envolvidos no processo educativo. Dito de outro modo, “é necessário interligar o «que» e o «como», ligar a teoria e a prática, e relacionar os diferentes tipos de conhecimentos científicos e de capacidades cognitivas” (Afonso et al., 2013, p. 82), de forma a contribuir para o desenvolvimento do conhecimento dos professores em qualquer contexto de formação.

Nas secções seguintes, abordam-se brevemente algumas perspetivas sobre o ensino das ciências e o modo como têm sido integradas na formação de professores, principalmente, nos cursos de formação inicial dos futuros professores do 1.º ciclo do ensino básico. Quanto à problemática da integração e abordagem de uma componente metacientífica no ensino das ciências, aspeto central da presente investigação e que atravessa as linhas de pesquisa enunciadas, será apresentada e discutida, em detalhe, na secção deste capítulo dedicada à apresentação e discussão dos fundamentos epistemológicos que sustentam a investigação.

1.3.1. Perspetivas sobre o ensino das ciências

As mudanças sistemáticas que se operam na sociedade, em termos do impacto que a ciência e a tecnologia têm na vida dos cidadãos, conduziram a uma mudança dramática nos conteúdos e práticas da educação científica aconselhadas para o século XXI (e.g., AAAS, 1993; NRC, 1996, 2007, 2012; Rocard et al., 2007; UNESCO, 1999), emergindo um amplo consenso em torno da necessidade do ensino das ciências corresponder às exigências da sociedade, possibilitando a apropriação de vários saberes (científicos, metacientíficos e tecnológicos) e o desenvolvimento de diversas capacidades para a integração plena dos indivíduos no tecido social e a independência no pensar e no agir, com o objetivo de se atingir a literacia científica para todos (e.g., DeBoer, 2000, 2011; Fensham, 2008, 2009; Hodson, 2003, 2008; Matthews, 2009a; Roberts, 2007).

Neste sentido, importa ter em conta o reparo de Fensham (2009) relativo ao modo como os resultados da investigação são encarados pelos decisores políticos que, frequentemente, influenciam as práticas educativas, privilegiando algumas condições da prática em detrimento de outras e “ênfatizando aspetos particulares do *como* e do *que* do ensino e da aprendizagem das ciências” (p. 1077).

A investigação sobre aprendizagem das ciências mostra claramente que os alunos, desde os primeiros anos de escolaridade, precisam de oportunidades sustentáveis para se envolverem nas práticas da ciência, trabalharem com as ideias científicas subjacentes e apreciarem as interconexões entre essas ideias durante um período de anos (em vez de semanas ou meses) para desenvolverem uma compreensão aprofundada do conhecimento científico e as explicações do mundo (e.g., Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Martins et al., 2007; Osborne & Dillon, 2008; NRC, 2007, 2012). Para tal é necessário que, em cada nível de escolaridade, o professor seja capaz de conceber e orientar situações de aprendizagem com a intenção de envolver os alunos em práticas científicas, explorar conceitos e ideias e discutir os fenómenos a partir das evidências obtidas e relacionando-os com as ideias científicas (e.g., Ferreira, 2007b; Martins et al., 2007; Millar & Osborne, 1998), deslocando o foco das discussões em sala de aula orientadas por questões de resposta direta para situações que promovem o debate de ideias e a argumentação (e.g., Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2008; Osborne, Erduran & Simon, 2004), através de uma frutuosa comunicação horizontal entre alunos e professor favorável à aprendizagem de todos os alunos (Pires, Morais & Neves, 2004).

Numa linha de pensamento que põe em evidência a relação entre a globalização e a educação, DeBoer (2011), reportando-se ao movimento mundial a favor de uma educação científica baseada em orientações padronizadas (*standards*), questiona-se sobre os efeitos de uma tal opção em países e regiões com realidades e culturas diferentes. A este propósito, o autor refere os novos ou renovados esforços de muitos países para criarem padrões mais elevados em termos dos resultados de aprendizagem dos estudantes, de modo a não ficarem para trás na competição global, tornada evidente pela publicação dos relatórios sobre o desempenho dos alunos em testes internacionais de que são exemplo o PISA e o TIMSS. Apesar destes testes possuírem focos diferentes – o TIMSS incide no conhecimento curricular dos alunos e o PISA nas capacidades que os alunos possuem para aplicar o conhecimento científico em situações reais – alguns autores (e.g. DeBoer, 2011; Fensham, 2009; Neumann, Fisher & Kauertz, 2010) consideram que fornecem informações valiosas aos responsáveis pela política educativa dos países participantes e têm servido de estímulo à promoção da educação científica. Por exemplo, Neumann, Fisher e Kauertz (2010) referem que a análise dos resultados dos alunos alemães no PISA permitiu compreender alguns aspetos do sistema educativo e melhorar as orientações para o ensino das ciências a nível geral do país. Num sentido diferente, DeBoer (2011) dá realce a algumas críticas e

resistências a uma educação orientada para os resultados, por parte de alguns países europeus como a Dinamarca e a Finlândia que são detentores de uma longa história de autonomia dos professores e de uma tradição escolar que limita a ênfase na avaliação, em particular no ensino primário e médio.

Apesar dos consensos alcançados, das indefinições, críticas e resistências que se jogam em torno da promoção de um ensino das ciências com qualidade, a relevância da educação científica no mundo atual, desde os primeiros anos de escolaridade, é generalizadamente aceite por políticos, investigadores e educadores em ciência. Neste contexto, realça-se o pensamento de Matthews (2009a) que clarifica os aspetos centrais a incluir na educação científica, ao afirmar que,

a educação científica desempenha um papel importante na inter-relação entre ciência e cultura. Uma educação científica decente deverá ter como resultado a aquisição de alguma sensibilidade e capacidade de apreciação da interação dinâmica entre ciência e cultura por parte dos estudantes; uma boa educação científica terá como resultado uma compreensão mais refinada e sofisticada dessa dinâmica; uma educação científica excelente apoiará e alimentará a tomada de decisões dos estudantes, no compromisso sobre a afirmação, modificação ou abandono do aspeto da cultura relacionado com a ciência. (p. 650)

1.3.1.1. *Ensino das ciências para a literacia científica*

O objetivo de promover a literacia científica para todos foi aceite com entusiasmo por instituições governamentais, especialistas em currículo, investigadores e educadores em ciências na maioria dos países (Roberts, 2007). Salienta-se aqui o papel do emblemático movimento *Science for All Americans* ao enunciar um “conjunto de recomendações acerca dos conhecimentos, da compreensão e dos modos de pensar necessários para todos os cidadãos de um mundo modelado pela ciência e tecnologia” (Rutherford & Ahlgren, 1989, p. v). As publicações subsequentes, no quadro do *Projet 2061* da AAAS (1989), como por exemplo os *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993) alimentaram o debate sobre a adequação dos currículos, introduzindo novas orientações para o ensino/aprendizagem das ciências a nível mundial. As recomendações desta associação definem globalmente o que deve constituir a literacia científica básica para todos os cidadãos e estabelecem alguns princípios para um ensino e aprendizagens eficazes. Este trabalho teve diversos desenvolvimentos, nomeadamente em países europeus, e a designação “Ciência para todos” (*Science for all*), tornou-se familiar e foi associada, como refere Roberts (2007), ao movimento para atingir a literacia científica de toda a população escolar, desde o ensino

básico ao secundário, influenciando as diversas recomendações internacionais (OECD, 2006; Rocard et al., 2007; UNESCO, 1999) adotadas ao nível dos currículos de ciências em inúmeros países.

O modo de atingir a meta da literacia científica para todos tem originado diversas questões, debates e controvérsias (e.g., DeBoer, 2000; Hodson, 2008, 2011; Roberts, 2007; Solomon, 2002). Por exemplo, Solomon (2002) afirma que a intenção de atingir aquela meta fez emergir novas questões no ensino das ciências: que conteúdos científicos se devem ensinar na escolaridade básica? Qual é a validade temporal de questões em debate na sociedade atual, como a produção de OGMs (Organismos Geneticamente Modificados) ou as alterações climáticas? Como contribuir de facto para a formação de cidadãos esclarecidos e intervenientes se as questões relacionadas com a ciência e a tecnologia são cada vez mais complexas e envolvem respostas multidisciplinares?

A propósito da controvérsia gerada em torno do conceito de literacia científica, DeBoer (2000), Hodson (2008, 2011) e Roberts (2007) apresentam visões distintas. DeBoer (2000), por exemplo, afirma que a “literacia científica implica uma compreensão ampla e funcional sobre a ciência e não a preparação para carreiras científicas e técnicas especializadas” (p.594). Para Roberts (2007), a discussão centra-se em torno da definição de literacia científica que, apesar da clareza de alguns estudos sobre *o que* e *o como* se deve ensinar, não encontrou ainda um consenso, podendo distinguir-se tipologias diversas conforme os autores que as têm vindo a propor e os níveis de escolaridade a que se destinam. Segundo Roberts (2007) podem distinguir-se tipologias diversas num *continuum* entre dois extremos. Num dos extremos (Visão 1), pressupõe-se que os alunos compreendam um assunto como um cientista faria (a ciência como *inquiry*), correndo o risco de incluir material curricular orientado para situações tradicionais apenas como fonte de motivação para os estudantes. No outro extremo (Visão 2), pressupõe-se que o ensino das ciências se processa através de um único contexto: “as perspetivas pessoais e sociais da ciência” (p. 756). Roberts (2007) realça que “a Visão 2 engloba a Visão 1, mas o contrário não é necessariamente assim” (p. 768). Este autor também questiona os estudos centrados na avaliação da literacia científica, por encerrarem em si mesmos a subjetividade inerente ao conceito. Refere-se aqui a operacionalização utilizada no programa PISA (OECD, 2006, 2010) que se pode situar algures no meio do *continuum* das duas visões de Roberts (2007) ao definir a literacia científica, em termos individuais, como

possuir conhecimento científico e usá-lo para identificar problemas, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e concluir baseado em evidências científicas; compreender os aspectos característicos da ciência como uma forma de conhecimento humano e investigação; reconhecer o modo como a ciência e a tecnologia modelam o nosso meio cultural, material e intelectual; ter disponibilidade para se envolver como um cidadão reflexivo nas questões relacionadas com a ciência e as ideias científicas. (OECD, 2010, p. 128)

Mais recentemente, Hodson (2011), tomando como referência os elementos que devem integrar a educação científica, revisita o conceito de literacia científica e defende que o conjunto de ideias e posições que têm vindo a ser apresentadas para integrarem um currículo de ciências robusto e coerente, significativo, motivador e promotor do sucesso dos alunos deve ter “como grande finalidade atingir a literacia científica crítica (*critical scientific literacy*)” (p. ix). Para este autor o uso do adjetivo crítica visa reforçar a ideia que “a mais importante função da literacia científica é a de conferir uma certa independência intelectual e autonomia pessoal” (p. 27). Estas vertentes podem ser caracterizadas, de uma forma resumida, em termos de: (1) uma certa independência dos argumentos de autoridade; (2) uma disposição para testar a plausibilidade e aplicabilidade de princípios e ideias por si mesmo, olhando para além do superficial, ao abordar os fundamentos ideológicos, económicos e políticos da ciência e da tecnologia, e as normas e práticas que os sustentam; (3) alguma sensibilidade para as complexas interações de classe, raça, sexo, língua, conhecimento e poder; (4) uma capacidade para fazer escolhas de acordo com uma escala de valores; e (5) um compromisso com a crítica e constante reavaliação dos conhecimentos, crenças, atitudes e valores pessoais (Hodson, 2008, 2011).

No que diz respeito ao ensino das ciências para o 1.º ciclo do ensino básico, realçam-se a ideia de DeBoer (2000) e a posição de (Millar & Osborne, 1998), quando defendem que

o currículo de ciências deve fornecer conhecimento e compreensão científicos suficientes para capacitar os alunos a ler simples artigos de jornal sobre ciência, de acompanharem, com interesse, programas de TV sobre novos avanços em ciência. Tal educação deve permitir-lhes expressar uma opinião sobre questões sociais e éticas importantes com que cada vez mais vão ser confrontados. (Millar & Osborne, 1998, p. 2009)

Estes autores acrescentam, também, que a educação científica na escolaridade obrigatória deve incluir a promoção da literacia científica geral. Quanto aos níveis mais especializados de ensino/aprendizagem das ciências, onde se pode enquadrar a conceção de literacia científica crítica proposta por Hodson (2011), devem ser relegados para os anos

terminais distinguindo, claramente, entre os elementos destinados a desenvolver a literacia científica e os que devem fazer parte da formação dos alunos que poderão prosseguir carreiras científicas.

Na presente investigação, dado o contexto do trabalho estar centrado ao nível do 1.º ciclo do ensino básico, adota-se o significado de literacia científica atribuído por DeBoer (2000) e Millar e Osborne (1998), entendendo-se que o ensino/aprendizagem das ciências só pode promover a literacia científica para todos se for orientado para uma aprendizagem *com* ciência, *para* a ciência e *sobre* ciência, adequada às situações reais (e.g., Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007).

Em Portugal, no documento *Currículo Nacional do Ensino Básico- Competências Essenciais* (DEB, 2001) a literacia científica também aparece como meta a atingir, visando não só a aquisição de uma cultura científica básica, mas principalmente o desenvolvimento de inúmeras competências conducentes ao exercício pleno da cidadania por parte dos indivíduos na sociedade atual. Nesse sentido, têm sido desenvolvidos alguns projetos e programas destinados à formação de professores (e.g., Galvão, Reis, Freire & Almeida, 2011; Martins et al., 2012). O enfoque destas iniciativas difere em termos do número de professores e alunos envolvidos nas formações e nas dimensões educativas do ensino das ciências que visam promover, mas, de um modo geral, todas se destinam a tentar desenvolver as capacidades científicas (investigativas, resolução de problemas, debate de questões sociocientíficas, entre outras) e evidenciar a relevância e o significado de aprender ciências no mundo atual. A título de exemplo, refere-se aqui o projeto PARSEL (*Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy*) que tinha como finalidade tornar a ciência atrativa para os estudantes do ensino secundário e envolvê-los no estudo e nas atividades científicas, através de uma intervenção junto dos respetivos professores. O grupo de trabalho do projeto desenvolveu 54 módulos de ensino/aprendizagem que foram testados em diversos países europeus e em Israel. Em Portugal, os módulos foram testados por um grupo de oito professores que aceitaram participar no projeto e os seus alunos (do 9.º ao 12.º anos de escolaridade). Esses professores trabalharam colaborativamente com a equipa de investigadores do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Os resultados do projeto (Galvão et al, 2011) revelaram que os professores participantes avaliaram positivamente as atividades desenvolvidas em relação ao seu próprio desenvolvimento profissional e consideraram, tanto os módulos testados como a abordagem ao ensino/aprendizagem implementada, essenciais para tornar a ciência atrativa e relevante para os alunos.

Em suma, apesar das diversas redefinições e debates sobre o significado de literacia científica e sobre o modo de a atingir, tal como refere Roberts (2007), “há uma exceção: todos concordam que os alunos não podem ser cientificamente literatos se não possuírem nenhum conhecimento sobre temas de ciências” (p. 735). Uma aprendizagem direcionada para a aquisição de conhecimentos científicos básicos e o desenvolvimento das capacidades necessárias para os alunos acompanharem e apreciarem os avanços da ciência e da tecnologia e o modo como elas influenciam e são influenciadas pela sociedade, pode constituir o início de um percurso para atingir a literacia científica para todos.

1.3.1.2. Ciência como inquiry e ensino experimental

A importância das atividades práticas diversificadas no ensino das ciências, com realce para o trabalho experimental, é consensual para muitos autores (e.g., Bybee, 2003; DeBoer, 1991, 2000; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Ferreira, 2014; Hodson, 1993; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007; Martins et al., 2007; Sá & Varela, 2007) que consideram esta componente determinante para os alunos desenvolverem as capacidades investigativas e adquirirem alguma compreensão sobre a natureza do trabalho científico. De facto, a investigação tem mostrado que a participação continuada dos alunos em atividades práticas científicas pode sustentar o desenvolvimento do conhecimento do conteúdo científico desses alunos, em qualquer nível de escolaridade, desde que as situações de aprendizagem sejam cuidadosamente construídas e apoiadas pelos professores (e.g., Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; NRC, 2007, 2012).

Em meados do séc. XX, o ensino das ciências, baseado na transmissão de informação factual e na prática de atividades demonstrativas ou de verificação das leis, princípios e teorias, foi posto em causa e começou a ser olhado através de novas “lentes”, visando, nomeadamente, seleccionar os conhecimentos científicos considerados essenciais para a aprendizagem das ciências (à época, ainda divididas nas disciplinas de Biologia, Geologia, Física e Química) e adequados a cada nível de escolaridade, privilegiando o ensino por *inquiry* (DeBoer, 1991) no quadro de um desenho curricular estruturante.

Este novo modo de encarar o ensino das ciências foi marcado por uma onda de reformas curriculares, com origem nos Estados Unidos da América, suscitada pela preocupação do país em manter o estatuto de maior potência científica e tecnológica do mundo, adquirido no final da 2ª Guerra Mundial. O amplo movimento reformista gerado nessa época contou com a participação intensa das sociedades científicas, das universidades

e também de membros da comunidade científica da educação em ciência. A comunidade científica mostrava-se cada vez mais interessada no papel estratégico do conhecimento científico para a sociedade e na promoção de uma visão positiva dos cidadãos sobre o trabalho dos cientistas, em particular numa época em que se discutia a responsabilidade civil em relação tanto às ameaças como aos empreendimentos prometedores da ciência (DeBoer, 2000).

A reforma do ensino das ciências que decorreu nos anos 60/70 alargou-se rapidamente ao Reino Unido e a outros países anglo-americanos¹⁵. Neste âmbito, foram concebidos diferentes projetos para promover o ensino das ciências no ensino primário e secundário¹⁶, em parte, associados à ideia de contribuir para aumentar a escolha de carreiras científicas entre os jovens (Cain & Evans, 1984; Reid & Hodson, 1993). A implementação destes projetos foi sustentada por materiais curriculares diversificados, fornecidos às escolas, e pela formação e acompanhamento dos professores implicando, por isso, avultados investimentos em recursos humanos e financeiros, suportados em grande parte pela *National Science Foundation* (NSF), nos Estados Unidos, e por algumas instituições, como a Fundação *Nuffield*, no Reino Unido. Segundo Bybee (2003), na era dos projetos norte-americanos para o ensino secundário como o *Biological Science Curriculum Studies* (BSCS), o *Chemical Education Material Study* (CHEM) e o *Physical Science Study Committe* (PSSC), uma ideia central era o ensino da ciência por inquérito (*inquiry*), sinónimo da realização de atividades laboratoriais ou investigações, destinadas a melhorar a compreensão dos conceitos científicos e a desenvolver as capacidades dos alunos associadas aos processos inerentes à investigação científica. Como afirma Bybee (2003), “o ensino da ciência deveria incluir o desenvolvimento da compreensão do *inquiry* e da natureza da ciência pelos alunos” (p. 16). Muito divulgados a nível nacional e internacional, os projetos da Fundação *Nuffield* e o *BSCS* foram introduzidos em Portugal nos anos 70 do século XX e tiveram grande influência nos programas das disciplinas de física e biologia (ensino secundário), respetivamente (Santos, 1991).

¹⁵ Segundo Fensham (2009) a designação países anglo-americanos é usada para distinguir as políticas dos sistemas educativos sob influência direta das mudanças curriculares ocorridas nos Estados Unidos da América das políticas praticadas segundo a tradição europeia.

¹⁶ Na presente investigação, optou-se por designar os primeiros níveis de escolaridade básica formal, de acordo com a terminologia usada nos diferentes países. Assim, ensino primário e ensino elementar, em geral, correspondem nos países anglo-americanos aos primeiros 6 ou 7 anos de escolaridade (K-6). O ensino secundário engloba os restantes anos de escolaridade obrigatória: do 7º ao 12º.

Os projetos destinados à promoção do ensino das ciências no ensino elementar, foram financiados pela *National Science Foundation* partindo de propostas apresentadas por diferentes autores e/ou instituições. Os programas mais bem-sucedidos foram: *Elementary Science Study* (ESS), do Centro para o Desenvolvimento da Educação; *Science ...A process Approach* (SAPA), apresentado pela AAAS; e *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS), proposto por Robert Karplus (Cain & Evans, 1984). Com base na abordagem do desenvolvimento cognitivo de Piaget (e.g., Good, 1977) e, em particular, na teoria da aprendizagem do psicólogo americano Bruner (1977), que já tinham influenciado a concepção dos programas destinados ao ensino secundário, estes programas, sustentados em materiais mais ou menos estruturados, tinham como princípios orientadores gerais a atividade centrada nos alunos, a aprendizagem de conceitos e processos científicos, enfatizando a abordagem *hands-on* – mãos na massa, e o desenvolvimento de atitudes favoráveis à ciência. Os professores, encarados como um recurso, orientavam a aprendizagem guiando os alunos nas diversas atividades (Cain & Evans, 1984).

Também no Reino Unido foram implementados projetos para o ensino das ciências na escola primária, com destaque para o *Nuffield Junior Science Project* e o *Council's Science 5/13 Project* (Santos, 1991). Para Harlen (1987) as atividades de aprendizagem das ciências no ensino primário devem tomar em consideração o modo como as crianças aprendem, relacionando de perto o fazer e o pensar. Isto significa possibilitar o desenvolvimento conjunto dos conceitos, dos processos científicos e das atitudes, “tendo como foco o modo como as crianças aprendem e não só o *que* aprendem” (Harlen, 1987, p. 5), no desenrolar de atividades baseadas na experiência e no pensamento, promotoras de comunicação entre todos os alunos. Segundo esta autora, apesar das centenas de livros de atividades e dos materiais curriculares disponibilizados pelos projetos, o apoio à ação dos professores revelou-se insuficiente.

A análise dos efeitos da implementação dos projetos e programas internacionais para o ensino das ciências atrás referidos, traduziu-se em diversas críticas de muitos investigadores, devido aos fracos resultados alcançados pelos alunos envolvidos nesses programas de ensino (e.g., Driver, 1983; Santos, 1991). As críticas incidiram, em grande parte, sobre o tipo de atividades práticas desenvolvidas, repetitivas, guiadas por protocolos pouco flexíveis que, frequentemente, se destinavam apenas à ilustração/demonstração de leis e teorias científicas. Contudo, a importância deste tipo de atividades no ensino das ciências continua a ser defendida por muitos autores (e.g., Caamaño, 2003; Ferreira, 2014; Hodson,

1990; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007; Pozo & Crespo, 2009), considerando que elas ajudam à compreensão de conceitos, a desenvolver capacidades práticas e de resolução de problemas, proporcionam o contacto direto com os fenómenos e desenvolvem atitudes científicas tais como observar, medir e testar com rigor, entre outras. Pozo e Crespo (2009) defendem, especificamente, a resolução de problemas como um dos caminhos mais frutuoso para levar os alunos a aprender ciências.

Decorrente do exposto, defende-se que as situações de aprendizagem nas aulas de ciências do 1.º ciclo do ensino básico devem privilegiar a investigação de problemas simples, sempre que possível, no contexto das atividades práticas, dando aos alunos a oportunidade de pensarem sobre as situações problemáticas e habilitá-los com as capacidades cognitivas e as atitudes necessárias à sua resolução (e.g., Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Keeley, Eberle & Farrin, 2005; Martins et al., 2007).

Relativamente às atividades práticas, importa encarar uma outra questão: não existe consenso sobre o significado a atribuir a este tipo de atividades, encontrando-se na literatura diferentes designações tais como, atividade prática (trabalho prático), trabalho laboratorial e trabalho experimental, organizados em tipologias diversas (e.g., Afonso, 2008; Hodson, 1993; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007; Martins et al., 2007). Por exemplo, Lunetta, Hofstein e Clough (2007) defendem que o trabalho prático envolve “experiências de aprendizagem nas quais os alunos interagem com materiais ou com fontes secundárias de dados para observar e compreender o mundo natural” (p. 394). Para Hodson (1993) a definição deve ser mais abrangente e, nesse sentido, considera uma atividade prática como “toda e qualquer atividade em que os alunos desempenhem um papel ativo” (p. 106).

A este respeito, no currículo americano *National Science Education Standards* (NRC, 1996) afirma-se que “aprender ciência é um ‘processo ativo’ que implica atividade física e mental. As atividades *hands-on* não são suficientes — os alunos também devem ter experiências *minds-on*” (p. 20). Neste documento sugere-se que, para promover o ensino por *inquiry*, a ênfase deve ser colocada na aprendizagem, em contexto, dos processos científicos como a observação, pesquisa documental e organização da informação, formulação de problemas, planeamento de investigações, analisar e sintetizar dados, comunicar e argumentar. Numa recente reestruturação do referido currículo, foram definidos os padrões passíveis de serem adotados em todos os estados norte-americanos — *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013) — onde a importância dos processos científicos continua a ter um lugar de destaque.

Em Portugal, no ano de 1975, alguns tópicos de ciências foram incluídos no programa do 1.º ciclo do ensino básico, mais precisamente, na área curricular de *Meio Físico e Social*. De acordo com Sá (2002), as práticas letivas, ao nível do ensino das ciências, não mudaram significativamente nessa altura nem mais tarde, aquando da introdução do novo programa de *Estudo do Meio* (DEB, 2004), implementado em 1990. A partir de um estudo baseado na análise dos programas de ciências da escolaridade obrigatória em Portugal, Martins e Veiga (1999) relataram a existência de uma linguagem com imprecisões científicas, descontinuidades em relação à organização e sequência dos temas abordados, falta de clareza metodológica nas sugestões de atividades e apontaram estas fragilidades como podendo comprometer a atuação dos professores. Relativamente ao programa de *Estudo do Meio*, Sá (2002) refere que, apesar do programa apelar à realização de atividades práticas com diferentes materiais e sobre diversos fenómenos do quotidiano, fazendo referência ao uso de processos científicos (por exemplo, observar, inferir, medir, experimentar, entre outros) e à iniciação de uma abordagem científica, a implementação do programa não foi acompanhada de documentos e materiais básicos adequados para o desenvolvimento de atividades práticas nem para a formação/apoio aos professores.

A publicação do documento, *Currículo Nacional do Ensino Básico — Competências Essenciais*, pelo Ministério da Educação, em 2001, veio colmatar, em parte, a falta de documentos de apoio existente. A partir dos resultados de um estudo comparativo entre este documento e o programa do *Estudo do Meio*, Silva, Morais e Neves (2013a) concluíram que o nível de conceptualização das aprendizagens analisado em função da complexidade dos conhecimentos e das capacidades é superior no documento *Competências Essenciais*. Apesar de este documento revelar algumas fragilidades, como a ausência de critérios de avaliação das aprendizagens preconizadas, estranha-se a sua revogação¹⁷ na ausência de propostas de um novo programa ou de outro documento orientador complementar ao programa anterior e/ou de um plano de apoio/formação em ensino/aprendizagem das ciências destinado aos professores do 1.º ciclo do ensino básico.

A situação atual parece configurar uma rutura com as tentativas anteriores para a promoção do ensino das ciências e pode comprometer esse objetivo naquele nível de ensino. De facto, há menos de uma década, o reconhecimento das dificuldades científicas e pedagógicas que os professores, de formação generalista, enfrentam ao nível do ensino das

¹⁷ Cf. Nota 4.

ciências no 1.º ciclo do ensino básico, e a necessidade de orientar o ensino das ciências para a literacia científica, levou o Ministério da Educação a definir como tempo mínimo semanal para a área de Estudo do Meio cinco horas, das quais duas horas e meia deveriam ser dedicadas ao ensino experimental das ciências (Despacho n.º 19575/2006, de 25 de setembro)¹⁸.

Nesse mesmo ano foi introduzido, a nível nacional, o *Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências* (PFEEC), desenvolvido entre 2006 e 2010 (DGIDC, 2006). O programa envolveu professores do 1.º ciclo do ensino básico e focou-se no desenvolvimento de competências e de atitudes investigativas, tanto dos professores em formação, como dos seus alunos em sala de aula (Despacho n.º 2143/2007, de 9 de fevereiro). As finalidades do programa de formação estabelecem claramente a necessidade de “aprofundar a formação e desenvolver as competências dos professores do 1º ciclo do ensino básico” (p. 3552) em dimensões como:

- a) compreensão da relevância de uma adequada educação em ciências para todos, capaz de mobilizar os professores para desenvolver uma intervenção inovadora no ensino das ciências nas suas escolas; b) desenvolvimento de uma atitude de interesse, apreciação e gosto pelo conhecimento científico e pelo ensino das ciências; c) conhecimento didático de conteúdo, relativo ao ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade, tendo em consideração as atuais orientações curriculares para o ensino básico das ciências físicas e naturais, da educação tecnológica e do estudo do meio, bem como a investigação recente em didática das ciências d) exploração de situações didáticas para o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico; e) conceção, implementação e avaliação de atividades práticas, laboratoriais e experimentais para o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico. (*ibid.*)

Os resultados da avaliação do impacte deste programa (Martins et al., 2012), analisados através das perceções dos professores participantes, apontam para a mudança das práticas, no sentido preconizado pelos objetivos do programa, e para alguns efeitos positivos na aprendizagem dos alunos. Refere-se, em particular, que a maioria dos professores valorizou a participação no programa para o seu desenvolvimento profissional. Os autores afirmam, ainda, ter-se verificado um impacte muito positivo ao nível dos novos manuais

¹⁸ Apesar de ser discutível a atribuição de um tempo letivo semanal, pré-determinado por despacho, para se realizar trabalho experimental em ciências, nas escolas portuguesas do 1º ciclo, essa é uma componente importante para o ensino das ciências. Neste sentido, o PFEEC constituiu, provavelmente, uma das mais importantes ações promotoras do ensino experimental das ciências em Portugal, onde o currículo do 1.º ciclo do ensino básico atribui um estatuto mais elevado ao português e à matemática em detrimento das ciências naturais.

escolares elaborados naquele período. Contudo, também referem que não foi possível conhecer o impacto do programa nos cursos de formação inicial de professores nas instituições de ensino superior participantes na implementação do programa. Apesar dos resultados obtidos no projeto citado parecerem promissores, subsistem as dúvidas sobre o que farão os professores de ciências após terminada a sua participação em programas de formação: nas aulas do 1.º ciclo do ensino básico, da responsabilidade dos professores que frequentaram o PFEEC, pratica-se trabalho experimental? Esse trabalho experimental tem caráter investigativo (com manipulação de variáveis)? Findo o programa, os professores terão continuado a usar adequadamente os guiões didáticos que apoiaram todo o trabalho de formação?

Serão necessários estudos e a avaliação sistemática dos efeitos do programa para apreciar a eficácia destas medidas, mas receia-se que, na conjuntura atual, sem apoio direto no contexto das práticas pedagógicas, os professores formandos do PFEEC vão perdendo as linhas de orientação do trabalho realizado.

Em suma, seja qual for o significado atribuído às várias designações – atividades práticas, experimentais, trabalho prático, trabalho laboratorial – a sua incidência está relacionada com as capacidades investigativas, inerentes ao trabalho científico e continua a ser valorizada por envolver os alunos, desde os primeiros anos de escolaridade, em atividades de pensar, prever, imaginar, descobrir, comunicar e discutir, ao mesmo tempo que se desenvolvem atitudes críticas face à evidência e o interesse pela aprendizagem das ciências (e.g., Afonso, 2008; Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Martins et al, 2007).

No que diz respeito à presente investigação que trata da abordagem da metaciência, no contexto do ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, interessa em primeiro lugar o facto de as capacidades de processos científicos (ou capacidades investigativas) serem inerentes a qualquer tipo de atividade prática (e.g., Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). Deste ponto de vista, pareceu adequado optar pela designação de “atividades experimentais” quando se referem as atividades de aprendizagem em que os alunos desenvolvem capacidades de processos científicos ao estudarem/manipularem variáveis (atividades investigativas) ou quando apenas analisam e interpretam dados obtidos diretamente ou provenientes de fontes secundárias, para responderem a problemas investigáveis. Além disso, esta designação é consistente com o objetivo da promoção do ensino experimental das ciências, expressão utilizada por vários autores (e.g., Afonso 2008; Martins et al., 2007; Sá

& Varela, 2007) quando se referem à educação científica/ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico em Portugal.

1.3.1.3. Mudança conceptual e abordagem construtivista social

Nas últimas três décadas, multiplicaram-se os estudos, as investigações e as reflexões no âmbito da educação científica, insistindo na necessidade de adotar práticas de cariz construtivista que permitam aos alunos um papel ativo na construção do seu conhecimento, modificando o tradicional papel dos alunos como recetores passivos dos conhecimentos transmitidos pelo professor (e.g., Cachapuz, Praia & Jorge, 2004; Driver, Guesne & Tiberghien, 1985; Duit & Treagust, 2012; Fontes & Silva, 2004; Scott, Asoko & Leach, 2007; Vosniadou, 2013).

Segundo Matthews (2012b), “o construtivismo, como uma teoria do conhecimento, aprendizagem e instrução, tem sido a principal influência teórica na educação contemporânea em ciências e em matemática” (p. 40). O autor acrescenta que o seu impacto é evidente em debates teóricos, na construção dos currículos e nas práticas pedagógicas daquelas e de outras áreas educativas (por ex., literária, histórica e artística), a que se estendeu a influência teórica do construtivismo nas suas formas pós-modernistas e desconstrucionistas. No que diz respeito à perspetiva de teoria do conhecimento (em termos filosóficos e epistemológicos) que os construtivistas assumem, Matthews (2012b) identifica como um dilema para os construtivistas tentarem apoiar a sua teoria através da investigação empírica e expressa-o assim:

Por um lado, eles querem apelar para a natureza das realidades cognitivas (processos de aprendizagem) e das realidades epistemológicas (especialmente a história da ciência) para apoiarem as suas propostas pedagógicas, curriculares e epistemológicas. Por outro lado, a maioria afirma que tais realidades não podem ser conhecidas, ou são-nos inacessíveis para sempre (p. 45).

Apesar de Matthews (2012b) considerar que um dos maiores problemas dos construtivistas é o seu ceticismo epistemológico, reconhece os contributos desta corrente de pensamento na educação científica e matemática por, entre outros aspetos, alertar os professores para a importância das aprendizagens prévias dos alunos na aquisição de novas aprendizagens, salientar a importância da compreensão como um objetivo do ensino das ciências, envolver ativamente os alunos nas aulas (entre outras formas de participação inovadoras) e tornar os professores conscientes da dimensão humana da ciência em termos

da sua falibilidade, da sua ligação à cultura e aos interesses, da evolução histórica dos conceitos e dos procedimentos complexos de avaliação das teorias.

De facto, nos anos 80 do século XX, a avaliação dos resultados das reformas curriculares das ciências nos países anglo-americanos evidenciaram, entre outros aspetos, a existência de fracos resultados na aprendizagem dos conhecimentos científicos. Segundo alguns autores (e.g., Driver, 1983), estes resultados também punham em causa a abordagem da ciência como um processo, porque traduzia uma visão indutivista (empirista) da aprendizagem científica. Nessa altura, a investigação sobre as ideias prévias dos alunos, relativas a diversos conteúdos científicos (por ex., força, energia, combustão e ser vivo), levou Gilbert, Osborne e Fensham (1982) a mostrarem que o modo como as crianças procuravam atribuir significado às suas experiências conduzia a uma forma de conhecimento intuitivo o qual designaram por “ciência das crianças” ou “*children’s science*” (p. 623).

As conclusões de muitos estudos realizados ao longo das últimas décadas (e.g., Driver, Guesne & Tiberghien, 1985; Duit & Treagust, 2003; Harlen, 1997; Osborne & Freyberg, 1985; Santos, 1991; Vosniadou, 2013) mostram que os alunos entram nas aulas de ciências com algumas ideias, crenças, concepções imprecisas ou mesmo contrárias (alternativas) aos conceitos científicos, originadas pela perceção dos fenómenos e acontecimentos do quotidiano e pela influência do meio social e cultural. Essas ideias ou concepções caracterizam-se por possuírem alguma coerência interna, uma certa semelhança com modelos históricos da ciência e por revelarem grande persistência e resistência à mudança mesmo após o ensino formal, constituindo obstáculos epistemológicos para a compreensão sobre o modo como o conhecimento científico se constrói (Ausubel, Novak & Hanesian, 1978). Tendo como base os trabalhos de Piaget sobre a epistemologia genética e a teoria da aprendizagem de Ausubel (1968), a investigação sobre as concepções alternativas¹⁹ obteve a preferência de um elevado número de investigadores (e.g., Duit & Treagust, 2003, 2012; Novak & Gowin, 1999; Santos, 1991).

Segundo Anderson (2007), a tradição de investigação sobre as ideias das crianças, conduziu ao aparecimento de uma nova corrente para o ensino das ciências de base

¹⁹ Na literatura, têm sido usados variados termos para descrever as ideias das crianças que enfermam aspetos distintos. Essa discussão ultrapassa o âmbito da presente investigação porque, como referem, por exemplo Driver, Guesne e Tiberghien (1985), uma tal situação reflete não só a natureza e variabilidade das ideias das crianças como uma certa falta de clareza (ou diferentes posições teóricas) no que diz respeito ao estatuto epistemológico atribuído às concepções dos alunos. Na presente investigação, optou-se por usar as designações de ideias ou concepções sobre os assuntos em estudo.

construtivista, a mudança conceptual, em contraponto com os modelos de aquisição conceptual. Como referem Duit & Treagust (2012), numa perspetiva de aprendizagem por mudança conceptual, os alunos têm de ser capazes de usar diferentes representações de certas entidades para atribuírem sentido a conceitos cada vez mais complexos. Dado que as representações são modos de comunicar ideias e conceitos estes podem ser apresentados, quer externamente (por ex., formas verbais, imagens e objetos), quer internamente, assumindo a forma de modelos mentais (por ex., uma teoria científica). Para Anderson (2007), as propostas de ensino para a mudança conceptual advogam o papel ativo do aluno na aprendizagem (comunicando e organizando as suas ideias), porque, neste contexto, aprender implica que o aprendente recorra ao que já sabe para tentar compreender uma nova situação ou experiência. Este autor afirma, ainda, que a linha de investigação sobre as ideias/conceções das crianças teve enorme êxito ao produzir um grande volume de resultados sobre a identificação daquelas ideias e as formas de as abordar em contextos formais de aprendizagem.

Pode dizer-se que esta linha de pesquisa continua atual, atendendo, por exemplo, à recente publicação da segunda edição (atualizada) do *The International Handbook of Research on Conceptual Change* (Vosniadou, [Ed.], 2013) contemplando um conjunto de ideias provenientes de diferentes perspetivas encontradas numa vasta e diversa literatura sobre o assunto. É interessante notar que, na introdução a esta obra, Vosniadou (2013) realça o facto de a investigação sobre a mudança conceptual, no início, se ter centrado nas disciplinas de ciências naturais e, em particular, na física, originando discussões teóricas e metodológicas que conduziram ao enunciado de importantes questões sobre a natureza, organização e revisão do conhecimento científico, ou seja, a debates no âmbito da filosofia e da história da ciência.

Nesta linha, Duit e Treagust (2003), a partir de uma análise de diversos estudos sobre mudança conceptual, caracterizaram a maioria dos estudos como tendo uma posição epistemológica e os outros, em menor número, como evidenciando uma posição ontológica ou socioafetiva, deixando clara a existência de “limitações de modo a assumir uma única posição para compreender a mudança conceptual” (p. 673). Por exemplo, as teses de Ausubel (1968) centravam-se na estruturação do conhecimento a partir das estruturas conceptuais pré-existentes onde se vai integrar o novo conhecimento (“ancoragem”). De acordo com Novak e Gowin (1999), “o conceito principal da teoria de Ausubel é o de *aprendizagem significativa*, em oposição ao de aprendizagem memorística” (p. 23), ou seja, para aprender

significativamente o aluno deve ser ativo e estar predisposto a relacionar os conceitos que já possui com o material, potencialmente significativo, a aprender. Como refere Santos (1991), as teses de Ausubel incentivaram a realização de centenas de investigações focadas nas “estruturas cognitivas” dos alunos e dirigidas para a aprendizagem de conceitos mas, dada a natureza descritiva dos estudos, os progressos em termos do desenvolvimento de estratégias para o ensino das ciências foram escassos.²⁰ Ainda assim, os modelos fundados nas teses ausubelianas remetem para uma mudança evolutiva, na ótica da *epistemologia continuísta* da ciência, em que o novo conhecimento se constrói por alargamento do anterior como se fosse “capturado” por ele (Hewson, 1981).

Segundo Scott, Asoko e Leach (2007), o modelo de mudança conceptual para o ensino das ciências mais conhecido e baseado nas epistemologias dos alunos (o estatuto das ideias na ecologia conceptual do indivíduo), foi proposto por Posner e colaboradores (1982) e, posteriormente, desenvolvido e aplicado ao ensino em sala de aula. Os autores, partindo da tese central de que a aprendizagem é uma atividade racional, defendiam que a insatisfação do aluno com a sua conceção prévia podia vir a ser substituída por uma nova ideia plausível desde que fosse “vista como inteligível e racional” (Posner et al., 1982, p. 212). Este modelo clássico e outros modelos que encaram a mudança conceptual como uma rutura com o conhecimento anterior, de modo a ser substituído ou “trocado” pelo novo (Hewson, 1981), fundamentam-se na *epistemologia descontinuísta* da ciência, influenciada pelas ideias emergentes, nos anos 70, dos filósofos e historiadores da ciência tais como Kuhn (1983) e Lakatos (1999). Existem, por isso, diferentes significados para a expressão “mudança conceptual”. Neste sentido, Scott, Asoko e Leach (2007) referem que a mudança conceptual, para além dos princípios teóricos subjacentes aos modelos de captura ou de troca conceptual, tem sido entendida também, como adição de “coisas” às ideias originais e, umas vezes como um processo, outras como um produto da aprendizagem.

Independentemente dos modelos adotados, alguns estudos (e.g., Duit & Treagust, 2003; Scott, Asoko & Leach, 2007) mostraram que as abordagens por mudança conceptual se revelaram mais favoráveis para a aprendizagem das ciências do que as abordagens tradicionais. Outros autores, como por exemplo Fensham (2001), consideram que os estudos analisados evidenciam algumas limitações das abordagens por mudança conceptual.

²⁰ Um dos exemplos mais referidos na literatura consultada é o modelo de aprendizagem generativa desenvolvido por Osborne e Wittrock (1983).

Fensham (2001) afirma que uma “fragilidade das concepções alternativas é que, na maior parte dos estudos, o foco está nos conceitos científicos isolados, em vez de incidir sobre os contextos e processos de conceptualização e nominalização que levaram à sua invenção em ciência” (p. 30). De facto, a mudança conceptual ao nível dos conhecimentos científicos está diretamente relacionada com mudanças ao nível metacognitivo, como é o caso das ideias sobre a natureza do conhecimento científico (e.g., Hodson, 1998; Lederman, 2007; McComas, 1996, 1998b;) e das visões sobre o ensino/aprendizagem das ciências (e.g., Freire, 2004; Hewson & Hewson, 1989; Mellado, 1998).

De acordo com Duit e Treagust (2012) a investigação deve colocar maior ênfase neste âmbito, porque pouco se sabe ainda sobre a interação das mudanças destas concepções, apesar da atenção que tem sido dada em investigações sobre as concepções dos alunos a metaníveis, não só sobre a natureza da ciência, mas também sobre o modo como se aprende e as características de quem aprende. Este é um aspeto que interessa particularmente à presente investigação quando procura estudar a evolução²¹ das concepções dos estudantes, futuros professores, sobre ciência e sobre o ensino das ciências.

Matthews (1994) também questiona a orientação epistemológica da abordagem por mudança conceptual por esta não considerar os processos sociocognitivos da aprendizagem. A este nível, a teoria social da aprendizagem de Vygotsky (1978, 1986) contribuiu largamente para elucidar a importância das influências sociais e motivacionais na aprendizagem. Para este psicólogo soviético, o desenvolvimento da criança não é um processo linear e existem diferentes níveis de desenvolvimento para diferentes funções cognitivas, o que pode levar a que, num dado momento, algumas funções cognitivas podem ter amadurecido e outras ainda estejam em processo de maturação. Isto significa que as crianças só podem desenvolver conceitos através de uma aprendizagem baseada nos processos científicos, desde que se apresentem contextualizados num quadro conceptual apropriado.

Com base nas ideias deste autor, o reconhecimento da importância dos contextos culturais e do envolvimento das crianças em atividades desafiadoras do ponto de vista

²¹ Apesar do título desta tese conter a expressão “mudança de concepções”, nunca esteve subjacente a este trabalho a intenção de promover uma “mudança conceptual” na aceção canónica que lhe é atribuída pelos diversos modelos de ensino/aprendizagem. De facto, procurou-se promover, nos futuros professores, o desenvolvimento de uma conceção mais abrangente e adequada sobre ciência e sensibilizá-los para a importância da abordagem da metaciência no ensino das ciências, ao nível do 1.º ciclo do ensino básico.

cognitivo, interagindo com os objetos e com os outros alunos (interação social), no sentido de favorecer uma aprendizagem significativa (construção de novas estruturas cognitivas), conduziu à adoção de perspectivas multidimensionais de ensino/aprendizagem. O desenvolvimento das ideias de Vygotsky (1978, 1986) levou ao estabelecimento do quadro teórico do construtivismo social (ou socioconstrutivismo) que é um quadro de referência generalizadamente aceite no ensino/aprendizagem das ciências em todos os níveis de escolaridade (e.g., Martins et al, 2007; Pozo & Crespo, 2009) e tem constituído suporte à investigação nesta área (e.g., Anderson, 2007; Vosniadou, 2013). Decorrente das orientações inerentes a este quadro teórico, importa realçar a ideia de Anderson (2007) quando afirma que “os investigadores da tradição sociocultural nos ajudam a compreender a aprendizagem das ciências, quer como um processo linguístico, cultural e emocional, quer como um processo de mudança conceptual” (p. 20).

Em Portugal, no programa de *Estudo do Meio* não há referência explícita a uma qualquer abordagem sobre as concepções alternativas (Martins & Veiga, 1999). Neste âmbito, apenas se considera que a criança, quando entra na escola, já possui um conjunto de experiências e conhecimentos que foi acumulando no contacto com o meio cultural e social em que vive e se acrescenta que à escola cabe valorizar, ampliar e promover a sistematização desses conhecimentos. O documento *Currículo Nacional do Ensino Básico — Competências Essenciais* (DEB, 2001) aponta claramente para a promoção da mudança conceptual nos alunos, mas não aponta para qualquer modelo de ensino/aprendizagem para a mudança conceptual. De acordo com estas orientações, os alunos terão oportunidade de se envolver em experiências de aprendizagem significativa, na medida em que se parte das suas percepções, vivências e representações, ou seja, dos seus conhecimentos pessoalmente estruturados, para os levar “à compreensão, à reelaboração, à tomada de decisão e à adoção de uma linguagem progressivamente mais rigorosa e científica” (DEB, 2001, p. 75). Daí que tenha existido a preocupação em introduzir esta perspectiva na formação de professores espelhada em cursos (e.g., Pereira, 1992) e investigações em que se procurou identificar as concepções dos alunos e estabelecer propostas de ensino/aprendizagem facilitadoras da sua reestruturação (e.g., Afonso & Neves, 1998, 2000; Sequeira & Leite, 1991). Por exemplo, Afonso e Neves (2000) estudaram a influência de duas práticas pedagógicas distintas na mudança conceptual de alunos socialmente diferenciados, sobre os fenómenos de evaporação e de condensação da água. Os resultados mostraram que as concepções de todos os alunos evoluíram no contexto em que a prática pedagógica teve em consideração os

conhecimentos que eles já possuíam, explicitou o texto a apreender sobre os conceitos em estudo e se desenvolveu num amplo espaço de comunicação entre os alunos e entre estes e a professora. As autoras referem ainda que o estudo mostra que “as concepções dos alunos não devem ser encaradas como uma construção individual e idiossincrática, mas também como uma construção social” (p. 22).

Em suma, pode afirmar-se que o quadro teórico do socioconstrutivismo é tacitamente aceite pela maioria dos investigadores e educadores em ciência como um quadro de referência de base para o ensino das ciências em todos os níveis de escolaridade e na formação de professores.

1.3.1.4. Ensino das ciências na perspectiva CTS

Nas últimas décadas inúmeras descobertas, invenções e conhecimentos científicos e tecnológicos têm introduzido profundas alterações nos hábitos, na cultura e nas atividades humanas em geral. Os efeitos destas mudanças são notáveis quando se olha, por exemplo, para as novas relações pessoais e profissionais, decorrentes do uso generalizado das cada vez mais sofisticadas tecnologias de comunicação e informação, de que são exemplo os inúmeros sítios e portais da internet (Portal do Cidadão e Portal das Finanças, entre outros), cujo uso sistemático tem vindo a ser promovido junto de todos os cidadãos. Mas também existem efeitos negativos, como os que estão relacionados com a degradação ambiental, colocando em causa a qualidade de vida das populações e a própria sustentabilidade do planeta (e.g., UNESCO, 2004). Assim sendo, nenhum cidadão deve alhear-se das decisões tomadas no quadro destes problemas e do modo como afetam a humanidade, o que remete para a meta de atingir a literacia científica para todos, possibilitando a cada indivíduo participar e intervir de uma forma esclarecida numa sociedade democrática (e.g., Hodson, 2003, 2011; UNESCO, 1999, 2004; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011).

Neste quadro, as respostas educativas às questões relacionadas com a ciência e a tecnologia, nos campos político, económico e cultural da sociedade, conduziram à emergência de um movimento inovador que se tornou muito influente na educação científica a partir dos anos 80, conhecido como movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (Ziman, 1980). Assim, a par de uma nova linha de investigação em ensino, desenvolveu-se uma perspectiva inovadora para o ensino/aprendizagem das ciências que defende, em termos gerais, a ideia de um currículo de ciências para todos os alunos, centrado em temas sociais relevantes (e.g., Aikenhead, 2000; Sadler, 2009; Solomon, 1988; Ziman, 1994).

A abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) envolveu também uma mudança da tradicional postura filosófica positivista e não contextual da educação científica para uma visão contextualizada e pós-positivista da ciência, reconhecendo, assim, as influências da tecnologia, sociedade, cultura, ética, política, entre outras (Ziman, 1980, 1984). Neste sentido, o quadro teórico subjacente àquele movimento pode considerar-se intimamente ligado à apreciação sobre a natureza da ciência (e.g., Fontes & Silva, 2004; Khishfe & Lederman, 2006) e à promoção da literacia científica (e.g., DeBoer, 2000; Hodson, 2008, 2011; OECD, 2006; Roberts, 2007; Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005). Deste modo, o movimento estabelece estreitas relações com as linhas de ação e investigação sobre o que deve constituir uma educação científica para a vida em sociedade e os valores da cidadania e com o debate sobre as ligações entre ciência e sociedade no que diz respeito às controvérsias sociocientíficas atuais e ao papel dos cientistas na construção do conhecimento científico e das suas aplicações (e.g., DeBoer, 2000; Fontes & Silva, 2004; Hodson, 2003, 2011). Estes aspetos são importantes para a presente investigação no que diz respeito à abordagem de uma conceção abrangente e multidisciplinar de ciência e sua importância no ensino/aprendizagem das ciências, na formação inicial de professores de ciências para o 1º ciclo do ensino básico.

De acordo com Aikenhead (2009), a primeira vez que se abordaram as estratégias de ensino de ciência na perspetiva CTS “de forma sistemática, foi em 1980 por Ziman no seu livro *Teaching and Learning about Science and Society*” (p. 40). Ziman (1984, 2000) encara a ciência (intimamente ligada à tecnologia) como uma instituição social, inserida na sociedade e desempenhando certas funções sociais. Os processos e produtos tecnológicos têm uma maior visibilidade e impacto na sociedade, pelo que a tecnologia pode ser vista como uma interface entre a ciência e a sociedade, lugar onde se deve situar o estudo das questões, dilemas e controvérsias que emergem da relação biunívoca entre Ciência/Tecnologia/Sociedade. Para outros autores como Aikenhead (2000, 2009), por exemplo, a perspetiva CTS compreende aquela relação, mas também o funcionamento interno do empreendimento científico, bem como aspetos relacionados com a filosofia e a história da ciência, colocando o enfoque da aprendizagem na cultura local.

Realça-se que nas últimas décadas a orientação CTS tem sido objeto do desenvolvimento de currículos e projetos em vários países, traduzida em diferentes abordagens e modos de integração curricular (e.g., Aikenhead, 2009; DeBoer, 2000; Ratcliff, 2001; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011). A integração curricular tem acontecido,

principalmente, através da inclusão de módulos ou reorganização de temas em disciplinas curriculares, através da criação de novas disciplinas e/ou introduzindo o enfoque CTS em materiais já existentes.

A título exemplificativo, referem-se alguns projetos, desenvolvidos nos anos 70-80, que envolveram a conceção e disseminação de materiais curriculares e manuais para professores e alunos e são considerados precursores dos diversos projetos curriculares que surgiram nos países ocidentais: *Physics Curriculum Development Project*. (PLON), na Holanda, para alunos de física do ensino secundário e *Science-In-a-Social-CONtext* (SISCON) e *Science and Technology in Society* (SATIS), desenvolvidos no Reino Unido para alunos de disciplinas de ciências do ensino básico e secundário (Ratcliff, 2001; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011). Destaca-se o projeto SATIS, no âmbito do qual foram concebidos materiais de enriquecimento curricular procurando “incentivar os professores de ciências a ampliarem a gama de actividades de aprendizagem e a considerarem questões sociais e as suas possíveis aplicações no contexto das suas disciplinas de ciências habituais” (Ratcliff, 2001, p. 86). O projeto, que numa primeira fase se destinou a alunos desde os 8 aos 19 anos de idade, foi largamente disseminado e, dado o seu êxito, continua a ser adaptado e atualizado no âmbito do tema “Como funciona a Ciência” (*How Science Works*)²².

No que diz respeito às diferentes abordagens CTS no ensino das ciências, as perspectivas de alguns autores (Aikenhead, 2009; Hodson, 2011; Simonneaux, 2014; Solomon 1988; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011; Ziman, 1980, 1994) permitem elencar as seguintes abordagens: (1) histórica, focada na evolução do conhecimento científico e tecnológico ao longo da história da humanidade; (2) filosófica, incidindo na natureza do conhecimento científico e nos processos da sua construção; (3) sociológica, estudando a ciência e a tecnologia como empreendimentos humanos e sociais, em particular, os contributos e os limites da ciência e da tecnologia para a resolução dos problemas que a sociedade enfrenta e as novas questões que, uma e outra, colocam à sociedade; (4) socio-epistemológica, focando as influências recíprocas entre a natureza da investigação científica, as normas culturais e os contextos sociopolíticos de uma determinada época; (5) psicológica, focando os fatores psicossociais que determinam os comportamentos e as atitudes de todos

²² Atualmente a associação inglesa, Assotiation for Science Education (ASE), está a adaptar os materiais SATIS para o ensino secundário (cf. <http://www.ase.org.uk/resources/satis-revisited/>).

os envolvidos na atividade científica; e (6) cultural, centrada na ideia de ciência como cultura e nos valores inerentes ao empreendimento científico.

Estreitamente ligada à abordagem CTS, surge a expressão “questões sociocientíficas”²³, introduzida para designar a interpenetração dos dilemas sociais (locais ou globais, como, por exemplo, o consumo de OGM’s ou as alterações climáticas) nos campos científicos, conducentes a posições controversas. Segundo Zeidler e colaboradores (2005), os objetivos das questões/assuntos sociocientíficos são a relevância social, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico, da argumentação e da educação moral e ética dos alunos, indo, por isso, mais além do que os indicados pelo movimento CTS. A este respeito, Sadler (2009) afirma que para os estudantes e os professores explorarem ativamente este tipo de questões “são necessários dois elementos: (1) conexões à ciência em termos dos conceitos e/ou dos processos; e (2) significado social, de preferência tal como é encarado pelos próprios participantes” (p. 11). Simonneaux (2014) entende aquelas questões como estando localizadas em três áreas: (1) na sociedade, considerando o potencial de debate que podem ocasionar, frequentemente através dos média; (2) nas comunidades científicas, quando pontos de vista em confronto levam a controvérsias académicas; e (3) na sala de aula sempre que surgem no decurso de discussões sobre as relações entre a ciência e a sociedade. Importa realçar que o acesso da sociedade às controvérsias que se desenrolam no interior das comunidades científicas acontece quando os pontos de vista em confronto transpõem as fronteiras dos grupos académicos e se tornam do domínio público (Ziman, 2000), de que é exemplo o caso do debate sobre a influência das atividades humanas na alteração climática global.

Importa referir que as questões e situações relacionadas com a perspetiva CTS têm surgido cada vez mais nos currículos de ciências ou em programas que visam a “educação para”, como, por exemplo, a educação para a sustentabilidade. A importância atribuída à educação nesta vertente levou a UNESCO (2004) a proclamar, no início deste século (dezembro de 2002), a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014) lançando um desafio aos países no sentido da sua inclusão na educação escolar,

²³ Existem designações diferentes para este tipo de questões, como a proposta por Legardez e Simonneaux – *Questions Socialement Vives* ou *Socially Acute Questions* (SAQs), em inglês, – usadas por outros autores (Simonneaux, 2014). Na presente investigação, adotou-se a designação questões ou controvérsias sociocientíficas, tal como surge na literatura em português (e.g., Reis & Galvão, 2004; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins 2011).

como ferramenta essencial para atingir aquela meta. Alguns dos resultados desse programa contribuíram para a definição dos objetivos para a educação pós-2015 (UNESCO, 2014).

Apesar da importância atribuída à abordagem CTS no ensino das ciências, várias preocupações, críticas e dificuldades têm sido apontadas por diversos investigadores (e.g., Aikenhead, 2009; Driver, Leach, Millar & Scott, 1996; Fensham, 2008; Hodson, 2011; Lederman, 2007; Martins, 2002, 2014; Sadler, 2009; Santos, 2005b; Solomon, 1988; Vázquez, Acevedo & Manassero, 2004; Zeidler et al., 2005;) em relação a um conjunto de fatores relativos à aprendizagem, visando, em particular, a literacia científica para todos. Entre estes fatores, referem-se a dificuldade que representa para os professores de ciências lidarem com assuntos ligados à filosofia, à história e à sociologia da ciência e com as ideias prévias dos alunos e dos próprios professores sobre assuntos CTS em geral e, em particular, sobre ciência e o trabalho científico (e.g., Lederman, 2007). Estes aspetos serão retomados adiante, na apresentação e discussão das concepções sobre ciência de alunos e professores.

Numa ampla revisão da literatura, Sadler (2009) analisou 24 estudos de natureza empírica, evidenciando rigor metodológico (embora utilizando instrumentos e procedimentos de recolha de dados distintos), focados em questões sociocientíficas/CTS, e envolvendo uma componente de intervenção em sala de aula, com alunos desde o 5.º ano de escolaridade até ao ensino superior. A partir dessa revisão, o autor classificou os resultados em temas comuns (destacam-se o interesse e motivação, a aprendizagem do conteúdo científico, a natureza da ciência e o pensamento de nível elevado) e pesquisou semelhanças e diferenças no âmbito de cada tema. De acordo com os resultados obtidos, Sadler (2009) afirma que, no seu conjunto, o corpo de investigação estudado apoia intervenções relacionadas com as questões sociocientíficas como contextos capazes de promover resultados positivos, em termos motivacionais e afetivos, entre os alunos. No que diz respeito à aprendizagem do conteúdo científico, o autor refere que os sete estudos analisados apoiaram a noção de que a esta abordagem pode favorecer a aprendizagem das ciências, apesar de haver alguns estudos que não encontraram diferenças entre a preparação científica dos estudantes que frequentaram cursos com a abordagem de questões sociocientíficas e daqueles que frequentaram cursos com abordagens mais tradicionais. Quanto à natureza da ciência, apenas baseada na análise de dois estudos, Sadler (2009) afirma que “a única conclusão clara que pode ser extraída desta secção é que houve mais retórica sobre o potencial daquelas intervenções para promoverem a compreensão sobre a natureza da ciência dos estudantes, do que evidências empíricas” (p. 25).

No que se refere ao conjunto de 12 estudos em que Sadler (2009) apreciou o tema “pensamento de nível elevado”, a maior parte enquadra-se no âmbito da argumentação. Segundo o autor, o conjunto dos resultados sugere que as intervenções relacionadas com as questões sociocientíficas podem constituir contextos eficazes para o desenvolvimento de práticas de argumentação, mas, saber até que ponto estas intervenções poderão ser bem sucedidas, está dependente da natureza e da qualidade dos suportes de aprendizagem fornecidos aos alunos em termos de raciocínio e argumentação.

Recentemente, Hodson (2011) criticou a educação CTS e a abordagem de questões sociocientíficas por não priorizarem o desenvolvimento do pensamento crítico. No entender deste autor, o ensino não vai suficientemente longe com nenhuma das orientações. Na obra referida, Hodson defende a promoção de uma literacia científica crítica, como atrás se referiu, aproximando-se da tradição de investigação crítica, segundo a classificação proposta por Anderson (2007).

Em Portugal, vários autores (e.g., Fontes & Silva, 2004; Martins, 2002; Santos, 2005b; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011) têm-se debruçado sobre esta problemática, referindo constrangimentos idênticos aos identificados em outros países e apresentando algumas propostas de orientações para a abordagem CTS em ciências no ensino básico. Por exemplo, segundo Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011), na orientação CTS para a educação em ciências podem considerar-se como elementos básicos: (1) a seleção de temas atuais relevantes que envolvem a ciência e a tecnologia, potencialmente do interesse dos alunos (como por exemplo a gestão de recursos naturais, os recursos alimentares e hídricos), adequados ao desenvolvimento cognitivo e à maturidade social das crianças; (2) explorar e resolver questões ou situações-problema que tenham impacto a nível local e global, de modo a evidenciar os processos da ciência e tecnologia como atividades humanas socialmente contextualizadas no sentido do desenvolvimento dos conhecimentos, das capacidades e da promoção de atitudes mais realistas sobre a ciência e as influências recíprocas entre a ciência e a sociedade; (3) envolver ativamente os alunos na pesquisa e organização da informação que contribua para a resolução dos problemas em estudo ao mesmo tempo que vão tomando consciência das suas responsabilidades como cidadãos; (4) abordar os assuntos num contexto interdisciplinar e atendendo às diferentes perspetivas pessoais e sociais; e (5) enfatizar uma tomada de consciência global que torne claro o estatuto e os propósitos do conhecimento científico bem como o papel da ciência na sociedade, entendendo que qualquer mudança pode ter não só impacto local como ao nível do planeta.

Em suma, as diversas perspetivas sobre o ensino das ciências evidenciam um conjunto de aspetos considerados fundamentais para assegurar uma aprendizagem de qualidade às crianças dos primeiros anos de escolaridade, com o objetivo de atingir a literacia científica para todos, com particular realce para diversos aspetos relativos a uma componente metacientífica. Todavia, o sucesso da aprendizagem depende em larga medida da atuação dos professores, influenciada pelo seu conhecimento, crenças e disposições para ensinar ciências nestas perspetivas.

1.3.2. Tendências de ensino das ciências na formação inicial de professores

A propósito da longa história da investigação sobre a educação científica dos professores, Lederman e Lederman (2015), comentam: “Seria bom poder concluir que existe uma única maneira para educar melhor os nossos futuros professores de ciências. No entanto, todos sabemos que isso, felizmente e apropriadamente, nunca será o caso” (p. 1). De facto, tal como a investigação tem mostrado, a profissão de professor é demasiado complexa para admitir respostas simples e tem sido sistematicamente influenciada, condicionada e reorientada por numerosas questões de ordem económica, política, cultural e social, cabendo aos decisores garantir as condições para ser proporcionada uma formação de qualidade aos futuros professores (pontos 1.1 e 1.2). A este respeito, uma das recomendações de Osborne e Dillon (2008), com importância para a presente investigação, é que

os países da União Europeia devem assegurar: a elevada qualidade dos professores de ciências para os alunos do ensino primário e médio (secundário inferior) e que, na educação científica antes dos 14 anos de idade, a ênfase seja colocada no envolvimento dos alunos com a ciência e com os fenómenos científicos. (p. 9)

Nesta secção, recorre-se ao quadro traçado anteriormente em relação à formação de professores e aos aspetos abordados sobre o ensino das ciências para abordar a formação inicial de professores do 1º ciclo do ensino básico na área das ciências. Salientam-se algumas particularidades inerentes à estrutura curricular dos cursos de formação inicial e à preparação em ensino das ciências, ao nível de *o que* e de *o como*, que os futuros professores deverão lecionar nas suas práticas (e.g., Abell, 2007; Acevedo, 2010; Afonso, 2008; Kind, 2009; Millar & Osborne, 1998; NRC, 2012; Osborne & Dillon, 2008; Russel & Martin, 2007), aceitando-se como adquirido que os professores são os principais promotores de práticas pedagógicas conducentes ao sucesso da aprendizagem (e.g., Afonso, Neves & Morais 2005).

Nesta linha de pensamento e com base numa revisão da literatura sobre a formação de professores de ciências, Russel e Martin (2007) analisaram dois programas de formação inicial de professores para o ensino primário e secundário em duas universidades distintas – a de Monash na Austrália e a de Wisconsin nos EUA – e afirmam:

Como os programas de Monash e Wisconsin indicam, as percepções teóricas e empíricas sobre a aprendizagem das ciências nas salas de aula podem ser alargadas à aprendizagem para ensinar ciências nas aulas de formação de professores. É pouco provável que ocorram progressos importantes nos programas destinados a aprender a ensinar ciências até que se estabeleçam quadros de referência aplicados aos programas como um todo (...), a par de estudos que representem ganhos significativos a nível conceptual e estrutural e os disponibilizem a quem aprende a ensinar e àqueles que os ensinam. (p. 1168)

Efetivamente, a maioria dos programas de formação inicial, referidos por Russel e Martin (2007), possui uma estrutura curricular idêntica, mas ainda se verifica uma grande diversidade nos programas das disciplinas que constituem os cursos de formação e no modo como se processa o ensino daqueles que estão a aprender a ensinar ciências. A este respeito, os autores afirmam que a literatura examinada sugere que, em geral, os formadores de professores continuam relutantes em aplicar no ensino que praticam aquilo que a investigação sugere que os professores necessitam de aprender. Neste sentido, Russel e Martin (2007) apontam alguns caminhos para as instituições e os formadores de professores percorrerem, quer no ensino, quer na investigação sobre aprender a ensinar ciências, como, por exemplo, incidir na componente experimental, nos contributos da investigação no campo da mudança conceptual, na relação teoria-prática (promovendo uma reflexão crítica sobre a prática), de uma forma coerente e articulada, evitando o risco de a formação resultar num edifício fragmentado, em vez de oferecer uma imagem clara e interligada de todas as suas componentes.

Em geral, ao nível de *o que* ensinar, em ciências, na formação inicial de professores para o 1.º ciclo do ensino básico, uma das dificuldades reconhecidas por vários autores (e.g., Abell, 2007; Afonso, 2008; Ponte, 2006; Russel & Martin, 2007) é o facto desses professores serem generalistas e, muitos deles, considerarem a ciência difícil, não gostarem de ciências e/ou não terem sido bem-sucedidos na formação académica anterior. Por exemplo, Ponte, em 2006, criticava o facto de as condições de acesso aos cursos de professores para o 1.º ciclo do ensino básico, em Portugal, dispensarem qualquer formação na área das ciências, o que diminui o seu estatuto como área de formação para aqueles professores. Esta situação

ainda não se modificou, apesar das alterações legislativas introduzidas nos últimos anos sobre o modelo de formação e o quadro de qualificações daqueles docentes.

O estudo do conhecimento dos professores de ciências, no âmbito de diversos contextos e modelos de formação inicial, continua a ser realizado por vários autores (e.g., Abell, 2007, 2008; Acevedo, 2010; Kind, 2009; Russel & Martin, 2007), com base nos trabalhos de Shulman (1986b). Por exemplo, Kind (2009), a partir da revisão de uma ampla gama de estudos com o objetivo de clarificar de que modo o potencial oferecido pelo conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo, mesmo se desenvolvido segundo modelos diversificados, pode ser usado para o desenvolvimento da educação dos professores de ciências, refere que diversos investigadores identificaram a posse de um sólido conhecimento científico do assunto a ensinar, por parte dos futuros professores, como um pré-requisito para o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo, independentemente do modelo de formação posto em prática. Neste mesmo sentido, Abell (2007) e Russel e Martin (2007) também referem que a investigação nesta área tem mostrado que os futuros professores não possuem conhecimentos científicos suficientes sobre os assuntos a ensinar.

Este aspeto foi recentemente evidenciado no novo currículo dos EUA (NRC, 2012) e nos padrões gerais que podem ser adotados em cada um dos estados norte-americanos (NGSS, 2013) para orientar o ensino das ciências em todos os níveis de escolaridade (K-12). Estes documentos reforçam a ideia que o ensino das ciências, atualmente, exige que os professores tenham uma sólida compreensão das práticas científicas, das ideias centrais inerentes a cada uma das disciplinas científicas e dos conceitos transversais a ensinar, incluindo uma apreciação sobre o modo como os cientistas colaboram para desenvolver novas teorias, modelos e explicações dos fenómenos naturais. Embora o conhecimento relativo à componente metacientífica não surja nestes documentos contemplado num tópico sobre a natureza da ciência, como sucedia no currículo anterior (NRC, 1996), as referências às práticas científicas e ao modo como os cientistas trabalham em colaboração com os pares, parecem remeter para os conhecimentos e capacidades metacientíficos. Contudo, esta opção tem recebido críticas por, aparentemente, “secundarizar” a compreensão sobre a natureza da ciência, assunto que é aceite por educadores e investigadores como uma componente fundamental dos currículos atuais e, como tal, da educação em ciências (e.g., Lederman & Lederman, 2014).

Ao nível de *o como* ensinar, tendo como objetivo um ensino das ciências visando atingir a literacia científica para todos, importa destacar algumas componentes e perspectivas que devem fazer parte de uma sólida formação de cariz didático dos professores do 1º ciclo do ensino básico. Uma é a componente experimental (ou o ensino experimental), um dos pilares da ciência que reflete a sua verdadeira natureza (e.g., Afonso, Neves & Morais, 2005; Hodson, 1990, 1993), sem a qual será duvidoso um professor conseguir implementar atividades práticas de modo que os alunos manipulem variáveis e recolham dados “em primeira mão” (e.g., Afonso, 2008; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Martins et al., 2007). Outra perspectiva deve ser baseada no contributo dos estudos sobre mudança conceptual que evidenciam a importância dos conhecimentos prévios dos alunos para a aprendizagem dos conceitos científicos (e.g., Russel & Martin, 2007; Santos, 1991), mas de modo a avançar para além dos estudos descritivos, a fim de que os futuros professores reconheçam as suas próprias ideias sobre a natureza da ciência (e.g., Lederman, 2007) e o seu ensino (e.g., Acevedo, 2010; Duit & Treagust, 2012), numa ótica de melhoria do seu desempenho. Importa, ainda, evidenciar a abordagem ao ensino das ciências na perspectiva CTS, favorecendo o estudo e a análise de aspetos das relações que se estabelecem entre a ciência e a sociedade e de questões e valores essenciais para uma cidadania ativa (e.g., Hodson, 2003, 2011; Sadler, 2009; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011; Zeidler, et al, 2005).

Neste sentido, para a formação em ensino (ou em didática) das ciências, além da aprendizagem de um conjunto de métodos, estratégias e materiais de ensino, devem contribuir conhecimentos de diversas disciplinas da área educacional (por ex., da Psicologia, História e Sociologia da Educação e da Pedagogia) e da investigação em didática, de modo a tornar esta área num espaço de aplicação e reflexão que contribua para os futuros professores atribuírem significado, em termos da educação científica, sobre o que vão aprender a ensinar, porquê, como e a quem (e.g., Cachapuz et al., 2001; Lijnse, 2000; Millar & Osborne, 1998; Morais, 2002).

Segundo Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel e Toussand (2002), a didática das ciências corresponde a um movimento com três características principais: uma consiste em centrar-se em campos conceptuais delimitados e em examinar os problemas específicos que se colocam do ponto de vista do seu ensino e da sua aprendizagem nos diversos níveis de escolaridade; outra é a tomada de consciência, progressivamente mais clara, de que os conteúdos de ensino não são dados antecipadamente pelo texto dos programas mas

permanecem por construir (recontextualizar e desenvolver); a terceira é o facto de o saber erudito da ciência não fornecer um conteúdo de ensino preestabelecido que bastaria adaptar por simplificação descendente, ou seja, através de uma simples transposição didática, mas necessitar do recurso a outros campos conceptuais (em particular, da psicologia e da sociologia da aprendizagem), para adequar os processos de aprendizagem aos vários contextos em que ocorrem, diversificando as práticas de referência possíveis.

Deste ponto de vista, na formação inicial de professores de ciências é essencial existir uma componente de prática de ensino supervisionada onde os futuros professores experienciam a docência, ao nível das componentes atrás referidas, estabelecendo a relação entre a teoria e a prática, desejavelmente num contexto promotor da reflexão sobre a prática e com um carácter investigativo (e.g., Feiman-Nemser, 2001; Morais & Neves, 2005; Ponte, 2006, Russel & Martin, 2007; Zeichner, 1993). Dito de outro modo, a formação inicial é um lugar privilegiado para ajudar os futuros professores a “navegarem” entre as tensões que se estabelecem na relação entre a teoria e a prática e a refletirem sobre elas (e.g., Harrison & Yaffe, 2009; Schön, 1991). Neste aspeto particular, cabe aos formadores de professores implementarem práticas formativas que visem consciencializar os futuros professores das mudanças necessárias para promover práticas pedagógicas de ensino das ciências com características sociológicas favoráveis à aprendizagem de todos os alunos (e.g., Morais & Neves, 2009).

Na atual situação em Portugal, e de acordo com a legislação vigente à data do início da presente investigação (Decreto-Lei nº 43/2007 de 22 de fevereiro), os cursos de formação inicial de professores de ciências, em particular, a Licenciatura em Educação Básica, possuíam uma estrutura curricular semelhante: (1) um conjunto de unidades curriculares de cariz científico, correspondentes a cerca de metade dos ECTS atribuídos à *Formação na Área de Docência do Estudo do Meio*, com o objetivo de contribuir para a aprendizagem dos conhecimentos e capacidades científicas básicas que os futuros professores irão ensinar (*o que*); (2) unidades curriculares de cariz didático, correspondentes a menos de um quarto dos ECTS atribuídos à formação em *Didáticas Específicas*, que abordam aspetos metodológicos (*o como*) essenciais ao desempenho dos futuros professores; e (3) uma componente de *Iniciação à Prática Profissional* (Tabela 2.1). Quanto à estrutura dos planos de estudos, conteúdos e organização dos programas de cada uma das unidades curriculares, a decisão cabe a cada uma das escolas, de acordo com a autonomia concedida às instituições do Ensino Superior.

Do conhecimento que se tem sobre os planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica de várias instituições de formação, pode afirmar-se que, em geral, os programas contemplam temas relativos à Física, Química, Biologia, Geologia, Ambiente, Saúde e assuntos de cariz didático²⁴. Na revisão da literatura não se encontraram estudos de análise curricular relativos à formação científica e metacientífica conferida na Licenciatura em Educação Básica, em geral.

A este respeito, importa referir um estudo de Martins (2014) destinado a averiguar qual a situação, nas instituições de ensino superior em Portugal, relativamente à formação inicial de professores sobre CTS, CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e EDS (Educação para o Desenvolvimento Sustentável), vertentes que se podem relacionar com a componente metacientífica no ensino das ciências. O estudo incidiu sobre a análise de conteúdo dos programas lecionados em 11 instituições de formação com perfis distintos: umas preparam estudantes para obterem diplomas (mestrados) em Educação Pré-escolar e de Professor do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, outras, preparam professores para o 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário e, outras ainda, preparam educadores e professores para todos os níveis de escolaridade. Segundo a autora, a análise dos programas revelou que em todas as instituições existe alguma explicitação de temas CTS/EDS nos objetivos e conteúdos programáticos, quer na Licenciatura em Educação Básica (quatro instituições), quer nos Mestrados, mas, neste caso, os temas estão presentes num número mais elevado de unidades curriculares.

Quanto à natureza das orientações explicitadas nos programas da Licenciatura em Educação Básica analisados, Martins (2014) refere a existência de “unidades curriculares que preconizam «uma abordagem holística das Ciências tendo por base o movimento CTSA onde o Ensino das Ciências é enquadrado em contextos de vida real, mais ou menos próximos do formando” (p. 59), fazendo emergir aspetos ligados à natureza da ciência, às controvérsias científicas e às implicações sociais da ciência e tecnologia, entre outros, “ou onde são explicitados objetivos como «compreender a importância da biogeodiversidade para o equilíbrio da vida na terra e para o homem; Avaliar o impacto das atividades humanas sobre o ambiente a nível local/regional/ global»”(ibid.). No caso dos programas dos

²⁴ Dadas as diferentes designações das unidades curriculares que se podem considerar incluídas na componente de formação em *Didáticas Específicas*, na presente investigação optou-se pela designação de unidade curricular de cariz didático, desde que reportada a uma disciplina sobre ensino das ciências na formação inicial de professores, porque é consistente com as orientações legislativas para a elaboração dos currículos da Licenciatura em Educação Básica.

Mestrados em Educação Pré-escolar e de Professor do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, a autora verificou que esses programas preconizavam um aprofundamento das orientações referidas, apontando para uma perspetiva da aprendizagem do futuro professor a partir da exploração de tópicos direcionados para o ensino desta abordagem com os seus alunos como, por exemplo, “«Perspetiva CTSA de ensino das ciências no Ensino Básico»” (*ibid.*).

Parece, assim, importante proceder a uma análise dos planos de estudo desta licenciatura de modo a obter uma imagem da formação científica que é fornecida aos futuros professores, ainda que focada, principalmente, na componente metacientífica, de acordo com os objetivos da presente investigação.

2. FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO

Na segunda secção do enquadramento teórico da presente investigação, apresentam-se brevemente algumas das teorizações sobre ciência, subjacentes ao debate sobre a natureza da ciência e o desenvolvimento do conhecimento científico que se tem desenrolado entre cientistas, filósofos, historiadores e sociólogos da ciência desde os finais do século XIX. Apresenta-se, também, o quadro da teorização sobre a natureza da ciência que constituirá um dos suportes teóricos do estudo, recorrendo à conceptualização multidimensional da ciência de Ziman (1984, 2000) e a McMullin (1982) pelo valor que atribui aos “valores epistémicos” internos à ciência na análise do conhecimento científico. Procura-se, ainda, elucidar e discutir o significado e os modos de abordar a natureza da ciência, propostos e estudados por diversos autores (e.g., Duschl, 2000; Lederman, 2007; Matthews, 2009a, 2012a; McComas, Clough & Almazroa, 1998), tendo em vista a análise das conceções sobre ciência e sobre o ensino das ciências e a forma de abordar a componente metacientífica no quadro do ensino/aprendizagem das ciências.

2.1. Algumas teorizações sobre ciência

O debate sobre o conceito de ciência e sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, durante os séculos XIX-XX, originou variadas respostas por parte de cientistas, filósofos, sociólogos e historiadores de ciência, ao analisarem as condições em que a ciência moderna emergiu “numa nova cultura emancipadora de tendência crítica e de base

experimental” (Caraça, 2007, p. 30) e se institucionalizou com a física de Newton no século XVII. Para Meadows (1987), “o sucesso da síntese de Newton assenta não só na criação de uma nova imagem do mundo, mas também porque assegurou, finalmente, a aceitação da abordagem científica” (p. 70).

Nessa época, a abordagem científica era dominada pela posição filosófica de Francis Bacon, um dos primeiros a tentar formular o método da ciência moderna, que estabeleceu a indução, baseada na observação e na verificação dos factos, como o único método capaz de conduzir ao “verdadeiro” conhecimento científico (Chalmers, 1987). Como afirma Carrilho (1994), “a experiência e a técnica são, respetivamente, a base e o objetivo do conhecimento para Bacon; e, nesta perspetiva, o conhecimento ou é científico ou, em rigor, não é conhecimento” (p. 13). Segundo Pombo (s.d.), esta visão, embora enfrentando um programa racional, proposto por Descartes e Leibniz, em que a matemática funcionava como método visando “a constituição de uma ciência totalmente formalizada, única, universal, isenta de erro, dúvida e incerteza [...] por um processo de dedução e engendramento lógico a partir de um conjunto de categorias primordiais, conceitos puros ou termos primitivos” (p. 8), perdurou durante mais de dois séculos. O programa de Bacon, impondo a ideia de um método indutivo a ser utilizado por todas as ciências, teve novos desenvolvimentos no início do século XX, através do trabalho dos positivistas ou empiristas lógicos que dominaram o pensamento filosófico²⁵ (neopositivismo) sobre a ciência até aos anos 60 do século XX.

Com a emergência de novas áreas do conhecimento, da crescente especialização e da progressiva complexidade das relações entre a ciência e a sociedade, a natureza da ciência e as características do trabalho científico foram e continuam a ser objeto de debates epistemológicos. Como refere Fernando Gil (1999),

Antes de tudo o mais, a ciência é obra de indivíduos colaborando com outros indivíduos. [...]. Se assim é, como se obtém e se garante a objetividade, ou seja, uma ciência que será a mesma para todos porque se impõe da mesma maneira a todos? A história das ciências torna patente que a objetividade não é dada, mas conquistada

²⁵ Diversos autores como Carrilho (1994), Echeverria (2003), Giere (1989) identificam vários estudiosos como precursores da filosofia da ciência (por exemplo, Henri Poincaré e Bertrand Russel, entre outros) Contudo, a institucionalização desta nova disciplina aconteceu com a fundação da cátedra de “filosofia das ciências indutivas”, ocupada por Schlick em 1922 na Universidade de Viena de Áustria, em torno da qual se organizou um conjunto de pensadores, na sua maioria com formação científica: os fundadores do Círculo de Viena. O Círculo tornou-se uma instituição de renome internacional como uma “escola” com conceções próprias sobre ciência. A ascensão do nazismo nos últimos anos da década de 30 do século XX e a perseguição aos judeus levaram à emigração de vários membros do Círculo, enfraquecendo a sua atividade, mas permitindo a rápida divulgação das suas ideias nos países (EUA e RU, por exemplo) onde se refugiaram os prestigiados estudiosos.

[...], que ela nunca é total e constitui a resultante de um conjunto de fatores que não são todos interiores ao trabalho científico. (p. 11)

A história das ciências mostra que as respostas à questão “O que é a ciência?” têm sido dadas por fases. De acordo com Pombo (1998), esta questão corresponde já a um terceiro período do questionamento da ciência pela filosofia. No primeiro período, a antiguidade clássica, a questão colocava-se em termos da ciência ser ou não possível. Nessa época, emergiram duas correntes opostas: a dos céticos que não aceitavam a possibilidade de existir um conhecimento universal (subjetivo) e os dois sistemas filosóficos de Platão e de Aristóteles, as bases do pensamento ocidental, que defendiam a possibilidade de existir ciência como um conhecimento “universal”, quer estivesse mais ligado ao “mundo das ideias” (platónico), quer ligado ao “mundo físico” (aristotélico).

Pombo (1998) situa o segundo período, após a fundação da mecânica clássica, na época em que a filosofia, a partir da obra de Kant, se questiona sobre “quais as condições que permitiram passar de um conhecimento subjetivamente determinado a um conhecimento universal como o da física de Newton” (p. 2). Finalmente, no terceiro período (a partir do século XIX) questiona-se a ciência em termos da validade dos enunciados científicos e dos modos de produção do conhecimento científico, uma questão muito ampla necessitando de respostas clarificadoras. Ou, como refere Giere (1988), o debate levou, também, os filósofos a procurarem critérios para distinguir a ciência da não-ciência, como forma de responderem à questão “O que é a ciência?”. É sobre esta questão que se refletirá a seguir. Antes, porém, parece relevante explicitar o que se entende por filosofia da ciência no âmbito da presente investigação.

Para Carrilho (1994), a filosofia da ciência é um domínio que só é possível caracterizar com clareza no século XIX. Segundo este autor, é nesta época que, a par da importância atribuída ao desenvolvimento do conhecimento científico, se inicia o debate entre aqueles que defendiam a importância de um tipo particular de inferência, a *indução*, procurando reduzir as entidades teóricas a funções observáveis (o ponto de partida da indução) e os defensores de uma lógica dedutiva, como Popper (2003), que sustentavam que não se podem reduzir os conceitos teóricos à sua função lógica ou à sua base observacional.

Em termos conceptuais, convém esclarecer que, na literatura de tradição anglo-saxónica, a expressão filosofia da ciência não se confunde com a de epistemologia como acontece na tradição latina. Segundo Gonçalves (1997), “o termo Epistemologia [...] surgiu

como substituto de ‘Filosofia da Ciência’, em 1908, com Émile Meyerson, químico e filósofo, no prefácio do seu livro ‘*Identité et Réalité*’ e é a partir daqui que se confundem as duas designações” (p. 17). Na presente investigação, os termos epistemologia e filosofia da ciência serão utilizados na aceção apresentada por Carrilho (1994):

«Epistemology» designa naquela tradição [anglo-saxónica] o que, entre nós, se chama em geral teoria do conhecimento, e a «philosophy of science» é, mais especificamente, a parte da filosofia que se interessa pelos problemas que são suscitados pelo conhecimento *científico*, na diversidade dos seus domínios, dos seus métodos e dos seus objetivos. (p. 11)

2.1.1. Perspetivas filosóficas em confronto

Segundo diversos autores, como por exemplo Echevarría (2003) e Giere (1988), a filosofia e a história da ciência no século XX (e também a sociologia, como adiante se discutirá) podem ser divididas em dois períodos: antes e depois de Kuhn publicar a obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, em 1962. Antes de Kuhn dominava o *empirismo lógico*, com raízes nas teses dos empiristas, e cujo objetivo era a legitimação da ciência nos seus fundamentos lógicos e epistemológicos. Neste quadro e de acordo com Giere (1989), esta corrente de pensamento era *empirista* no sentido em que os dados científicos são, no limite, derivados da experiência direta, embora, posteriormente, os seus pensadores tenham reconceptualizado este aspeto tomando como unidades básicas as “asserções deduzidas da observação”, consideradas como mais objetivas do que os dados derivados das “experiências sensoriais diretas”. O empirismo lógico era *lógico* quanto ao método subjacente: a lógica dedutiva (racional), e foi posteriormente aperfeiçoado através de um programa de “lógicas indutivas melhoradas”, designadamente as lógicas probabilísticas, para dar conta de leis científicas universais. Algumas dessas leis, como as de Newton, “pareciam ajustar-se melhor a expressões de «proposições universais» do tipo «Todos os F são G». E, evidentemente, nenhuma proposição deste tipo podia ser logicamente derivada de um conjunto finito de *asserções de tipo observacional*.” (Giere, 1989, p. 74).

A visão dos empiristas lógicos sobre a ciência pode caracterizar-se por encarar as leis e teorias como representações “verdadeiras” da natureza e por ser racional, na medida em que a lógica probabilística possibilita exprimir o grau de certeza da “veracidade” da teoria face aos dados existentes. Chalmers (1987), a este propósito, afirma que mesmo conseguindo

justificar o princípio da indução na sua versão probabilística²⁶ “o nosso indutivista mais prudente confrontava-se com novos problemas [...] quando tentasse precisar o grau de probabilidade de uma lei ou de uma teoria à luz de uma dada prova” (p. 45). Popper (1972) opôs-se a este processo de lógica probabilística como critério para validar as teorias científicas e distingui-las de qualquer outra explicação para um mesmo fenómeno. Popper via a ciência como um processo dinâmico, começando sempre com informação, ideias, pressupostos e observações impregnadas de teoria. Para este filósofo,

a crença de que a ciência parte da observação para a teoria está tão arreigada que a minha recusa em aceitá-la é muitas vezes recebida com incredulidade..., mas a crença de que é possível principiar com observações puras, sem serem acompanhadas por algo que tenha a natureza de uma teoria é uma crença absurda... (Popper, 2003, p. 73).

Ao atribuir uma importância central às teorias, Popper introduziu um novo foco da metodologia científica. As explicações para os problemas constituíam-se como tentativas de solução (hipóteses) testáveis, no sentido de uma aproximação cada vez maior à compreensão da realidade. Numa das suas afirmações mais célebres, este filósofo afirmou que o conhecimento é um “*conhecimento sem conhecedor*” (Ruse, 2002) e caracterizou-o dizendo:

O conhecimento científico, o saber científico é, por conseguinte, sempre hipotético: é um *saber por conjectura*. O método do conhecimento científico é o *método crítico* - o método da pesquisa e da eliminação do erro ao serviço da busca da verdade, ao serviço da verdade. (Popper, 1989, p. 18)

O saber conjectural das ciências naturais é, para Popper (1989), “um decifrar ousado” que exige uma “luta contra o pensamento dogmático”, uma extrema “humildade intelectual” e o uso “de uma linguagem simples e despretensiosa por parte de todos os intelectuais” (p. 49). Este filósofo atribuiu o nome de *realismo crítico* ao conjunto das suas teses. Esta ideia pode ser exemplificada pela seguinte afirmação:

A formação da realidade é assim uma realização nossa; um processo que não pode ser entendido se não tentarmos compreender todas as suas três faces, esses três mundos; e se não tentarmos compreender a forma e o modo como esses três mundos se interpenetram. [...]. Na formação da realidade, na tentativa de realizar o sonho de

²⁶ Chalmers (1987) apresenta o seguinte princípio de indução modificado numa versão probabilística: “se uma grande quantidade de As tivesse sido observada numa grande variedade de condições e se todos esses As observados, sem exceção, possuírem a propriedade B, então todos os A possuirão provavelmente a propriedade B” (p. 44-45).

voar pertencente ao Mundo 2²⁷, o Mundo 3 desempenha um papel decisivo. Porque decisivos são os planos e descrições, as hipóteses, as experiências, os insucessos e as retificações. Numa palavra, o método do ensaio e da eliminação dos erros através da crítica (p. 37).

Na sua teoria sobre a ciência, Popper (1972) introduziu um outro conceito – a *demarcação* – para separar o que é ciência do que não o é. Concebeu um novo critério, a *falsificabilidade*, segundo o qual, uma teoria científica, em vez de usar uma lógica de verificação (ainda que probabilística e com elevado grau de confiança), deve resistir à refutação, quando as observações e as experiências põem à prova as suas generalizações e os seus pressupostos básicos. O edifício teórico construído por Popper sustentou durante o século XX e alimenta ainda hoje o debate filosófico sobre o desenvolvimento do conhecimento científico (e.g., Chalmers, 1987; Ruse, 2002).

Para Giere (1989), a publicação de *A Estrutura das Revoluções Científicas* por Kuhn, em 1962, “foi a análise mais influente da natureza da ciência, publicada após a 2^a Guerra Mundial. Em retrospectiva, é tentador designá-la como o primeiro grande relato «pós-moderno» da natureza da ciência” (p. 75). Kuhn (1983) sugere que a ciência progride através de mecanismos de rutura, conduzindo às *revoluções científicas* e descreve as várias etapas do progresso da ciência com base nesta conceptualização. De acordo com Kuhn (1983), num período anterior à institucionalização de uma ciência (*pré-paradigmático*) existem várias escolas de pensamento que perfilham ideias diferentes (*paradigmas*); quando numa ciência se adota uma única abordagem da matéria entra-se num período de *ciência normal* – os cientistas veem o mundo segundo essa perspectiva e os factos são interpretados à luz desse paradigma. Caso surjam novos factos que não se enquadram no paradigma, os cientistas tentam “encaixar” essas *anomalias* até surgirem contradições profundas e inultrapassáveis, ocasionando um período de *crise* na ciência. Kuhn (1983) designou esta situação por *fase revolucionária*, que só termina quando a comunidade científica adota um novo paradigma, uma nova visão, que se torna consensual na comunidade científica, constituindo-se um *novo período de ciência normal*.

²⁷ Popper (*op. cit.*) distinguia 3 mundos que interatuavam na formação da realidade. O Mundo 1, o mundo físico das coisas materiais vivas e não vivas; o Mundo 2, o mundo das emoções dos indivíduos e o Mundo 3, dos produtos objetivos do espírito humano, logo o mundo dos produtos da parte humana do Mundo 2. “Nesta espiral de reações e de repercussões integram-se as nossas teorias e os nossos sonhos. Disto é exemplo a concepção, a criação e a invenção do pássaro de Leonardo [da Vinci], que todos nós conhecemos hoje como o avião. É importante que seja o sonho de voar que leve a que se voe e não, como defendia a concepção materialista da história de Marx e Engels, o sonho de ganhar dinheiro” (p. 21).

Kuhn (1983) introduziu o conceito de *incomensurabilidade* para afirmar que os paradigmas estabelecem as regras metodológicas e as “razões” (problemas e enigmas) do trabalho científico, não existindo, por isso, um encontro possível entre diferentes paradigmas. Este conceito suscitou diversas críticas, como as de Popper que o acusou de *relativismo*. Ao referir-se ao relativismo filosófico, Popper (1989) distingue verdade de certeza, em ciência:

Suponho que o relativismo na concepção da verdade de certos filósofos é uma consequência da confusão à volta das ideias de verdade e de certeza; porque em relação à certeza, pode dizer-se que existem graduações de certeza e logo uma maior ou menor precisão. A certeza é igualmente relativa no sentido de que está sempre dependente do que se encontra em jogo. (p. 19)

Segundo Giere (1989), o principal problema do conceito de incomensurabilidade (e, por conseguinte, a principal razão das críticas a que foi sujeito) foi o facto de Kuhn nunca ter conseguido explicar claramente a razão ou as razões porque os cientistas abandonam umas teorias e adotam outras, ou seja, mudam de *paradigma*. Mas o debate sobre a incomensurabilidade, defendida por outros filósofos como Feyerabend (1993), prolongou-se no tempo, no âmbito da discordância entre diferentes concepções sobre o progresso científico (e.g., Lakatos, 1998, 1999). Lakatos (1998), por exemplo, rejeitando a concepção revolucionária do progresso científico, assumiu-se como um dos principais críticos de Kuhn, como se ilustra nesta afirmação carregada de ironia:

Imaginemos, por exemplo, que, apesar do progresso objetivo dos programas de investigação astronómica, todos os astrónomos são subitamente assaltados por um sentimento de “crise” kuhniana e se convertem, em seguida, por uma alteração irresistível dos seus padrões cognitivos à astrologia. Eu consideraria esta catástrofe como um *problema* horrível, a ser descrito por uma explicação externalista empírica. Mas esse não seria o ponto de um kuhniano. Tudo o que ele vê é uma “crise”, seguida de um efeito de conversão em massa na comunidade científica: uma revolução normal. (p. 59)

Contrariando os mecanismos de rutura conducentes às revoluções científicas, na aceção de Kuhn (1983), Lakatos (1999) propôs uma tese de desenvolvimento do conhecimento científico, centrada no conceito de *programa de investigação*, como sendo um desenvolvimento progressivo. Para este autor, um programa de investigação é constituído por: (1) um núcleo duro de teorias centrais acompanhadas por um conjunto de hipóteses auxiliares que protegem as teorias centrais; (2) uma heurística negativa proibindo

o uso de argumentos que rejeitem as teorias centrais; e (3) e uma heurística positiva que dirige o desenvolvimento científico e aponta para novas hipóteses. Neste sentido, a unidade básica de análise não é uma lei ou teoria individual, mas um programa de investigação.

Segundo Lakatos (1999), os programas de investigação podem dividir-se em *progressivos* ou *em degenerescência* consoante a sua heurística positiva consegue ou não gerar previsões novas, verificáveis posteriormente através da experiência. Mais especificamente, um programa diz-se em degenerescência quando só consegue acomodar novas descobertas empíricas (através da alteração das hipóteses auxiliares) após a sua constatação experimental. A degenerescência de um programa levaria progressivamente ao seu abandono por parte dos cientistas que se deslocariam para trabalhar num outro programa cuja heurística fosse mais robusta.

Como referem Giere (1989) e Carrilho (1994), alguns críticos consideraram as teses de Lakatos como reformistas, afirmando, por exemplo, que o conceito de programa de investigação pretendia ser um substituto do conceito de paradigma. Nas críticas que produziu relativamente às teses de Popper e de Kuhn, Lakatos (1999) procurou aperfeiçoar o falsificacionismo metodológico de Popper, que considerou ingénuo, apoiando a posição de Kuhn por este discordar do falsificacionismo ingénuo e por “acentuar a *continuidade* do desenvolvimento científico e a *tenacidade* de algumas teorias científicas” (Lakatos, 1999, p. 104).

Pode considerar-se que Lakatos deu um contributo importante para a filosofia da ciência ao propor o falsificacionismo metodológico *sofisticado*, oferecendo novos padrões de honestidade intelectual exigindo que se olhasse a realidade de diferentes pontos de vista, propondo novas teorias capazes de antecipar (prever) factos novos e rejeitando as teorias menos poderosas na sua capacidade explicativa. Lakatos (1999) dá relevo à avaliação das teorias pelo seu maior potencial heurístico e não apenas através do confronto com a experiência:

Para o falsificacionista sofisticado, adquirir conhecimentos sobre uma teoria consiste essencialmente em saber quais os factos novos que ela antecipou; de facto, para o tipo de empirismo popperiano que advogo, a única evidência relevante é a evidência antecipada por uma teoria e o facto de o carácter empírico (ou carácter científico) e o progresso teórico se encontrarem inseparavelmente ligados. (p. 43)

Kuhn (1983) foi mais sensível às críticas que visavam os conceitos de *paradigma* e de *incomensurabilidade*, por ele introduzidos na análise das ciências, do que às objeções que se relacionavam com os conceitos de *crise* e de *revolução científica*, pois estes conceitos eram a base teórica da rutura que introduziu na análise das ciências. No posfácio à segunda edição de *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Kuhn (1983) propôs a substituição do conceito de paradigma por *matriz disciplinar*. Segundo o autor, uma matriz disciplinar é constituída por quatro elementos principais: (1) as generalizações simbólicas (o conteúdo formal das ciências); (2) os paradigmas metafísicos (as formas de articulação das ideias que, num dado momento orientam o trabalho de investigação na comunidade científica); (3) os valores (conjunto de critérios que permitem avaliar as teorias científicas); e (4) os exemplos (os modelos de resolução dos problemas). Kuhn conclui o posfácio discutindo brevemente algumas reações à sua teoria e, no final, interroga-se sobre outros aspetos do processo de construção do conhecimento:

Comecei este posfácio insistindo na necessidade de estudar a estrutura dos grupos científicos e terminá-lo-ei sublinhando a necessidade de um estudo semelhante, sobretudo comparativo, de grupos que sejam correspondentes dentro de outros domínios. Como se escolhe um grupo [comunidade] e como se é aceite nele, trate-se ou não de um grupo científico? Quais são os processos e as etapas da socialização do grupo? Quais são os objetivos que o grupo reconhece como seus? Que desvios, individuais ou coletivos, tolerará? Como controla a aberração inadmissível? Uma melhor compreensão da ciência dependerá também de outros tipos de questões, mas não existe domínio em que elas nos sejam mais necessárias. O conhecimento científico, tal como a linguagem, é intrinsecamente a propriedade comum de um grupo ou então não é nada. Para o compreender, precisamos de conhecer as características especiais dos grupos que o criam e utilizam. (pp. 283-284)

Neste texto, Kuhn evidencia ter preocupações de cariz psicológico e sociológico ao exprimir a necessidade de uma análise mais profunda das relações no interior da comunidade científica (grupos de investigação) essencialmente na escolha entre paradigmas rivais ou, dito de outro modo, entre modos de vida comunitária incompatíveis, estabelecendo a comparação com o funcionamento de grupos correspondentes a trabalharem em outros domínios do conhecimento. Ruse (2002) chama a atenção para um outro aspeto da análise de Kuhn em termos do modo como demonstrou a aparente compatibilidade entre dois paradigmas. Por um lado, por via do significado dos termos usados: “Expressões comuns, como o termo «massa» utilizado por Newton e Einstein, têm efetivamente significados muito diferentes. Não se pode compará-los, referindo um como verdadeiro e outro como falso, num sentido absoluto” (p. 37). Por outro lado, os paradigmas estruturam a observação e, de algum

modo, descrevem a realidade: “Lavoisier via oxigénio onde Priestley via «ar deflogisticado»” (*ibid.*), ou seja, olhava a natureza através de uma “lente” diferente. Não que isso signifique que, para Kuhn, os cientistas trabalhem num mundo irreal, mas sim num mundo diferente, como realça Ruse (2002) ao afirmar:

É por esse motivo que Kuhn se sente inclinado a desvalorizar ou a negar a consagrada distinção entre o contexto de descoberta e o contexto de justificação²⁸. A um determinado nível, não se pode simplesmente distinguir a pessoa da ciência. Não existe conhecimento sem conhecedor, e a forma como alguém acolhe um novo paradigma pode estar fundamentalmente dependente da sua história pessoal. (p. 38)

O modelo kuhniano de desenvolvimento da ciência pressupõe um progresso, não no sentido de obter uma representação cada vez mais próxima de uma realidade objetiva, como defendiam os neopositivistas, mas no sentido evolutivo:

Os sucessivos estados deste processo de desenvolvimento [do conhecimento científico moderno] são marcados por um aumento da elaboração e da especialização. E todo o processo pode desenvolver-se, como nós o supúnhamos para a evolução biológica, sem orientação para um fim preciso, para uma verdade científica fixada e permanente em que cada estado do desenvolvimento do conhecimento científico seria um melhor exemplar (Ruse, 2002, p. 235)

Decorrente do atrás exposto, constata-se que as novas ideias do século XX conduziram ao enunciado de diferentes modelos de desenvolvimento científico e também à apresentação de visões muito controversas, como a de Feyerabend (1993) ao afirmar que “a Ciência é um empreendimento essencialmente anárquico: o anarquismo teórico é mais humano e mais suscetível de encorajar o progresso do que as alternativas respeitadoras de lei e da ordem” (p. 23). Segundo este autor, uma teoria nunca concorda em todos os factos do seu domínio, mas isso não é razão para ser abandonada porque, essas discrepâncias, podem ser uma fonte de progresso. Para Feyerabend (1993), “o único princípio que não inibe o progresso é: *qualquer coisa serve*” (p. 29). Como refere Carrilho (1994), a objeção mais frequente às

²⁸ A distinção entre contexto de descoberta e contexto de justificação (verificação) foi proposta por um dos defensores do empirismo lógico (Reinchenbach) em 1938, para quem a epistemologia não se ocupava dos processos científicos reais (contexto de descoberta) mas sim das reconstruções lógicas desses mesmos processos atendendo unicamente a fatores internos, ou seja, da construção do contexto de justificação. Tudo o que se reportava ao contexto em que ocorriam as descobertas científicas devia ser objeto de estudo da psicologia e da história da ciência. De acordo com esta visão – a *conceção herdada* – aos epistemólogos cabia a tarefa de trabalharem sobre as construções científicas (conhecimento já acabado) prontas a serem confrontadas com a experiência (Echeverría, 2003).

teses de Feyerabend é o facto de conduzirem ao relativismo, à semelhança das críticas dirigidas ao conceito de incomensurabilidade de Khun.

A publicação da obra de Kuhn é contemporânea da emergência da tecnociência (*Big Science*), ou seja, da profunda alteração introduzida na atividade científica após a 2ª Guerra Mundial, originada por um enorme investimento dos países e das empresas na ciência aplicada e na tecnologia, promovendo um rápido e enorme desenvolvimento do conhecimento em ciência e tecnologia (Ziman, 1996a). Ziman (1996b) designa esta nova forma institucional da ciência por *ciência pós-académica*. Esta revolução tecnocientífica deu lugar ao aparecimento de novas tendências e ideias para os estudos sobre a ciência e a tecnologia, com uma enorme revitalização da história da ciência, a emergência de uma linha de investigação em psicologia da ciência ligada às ciências cognitivas e uma mudança na sociologia da ciência que se orientou para o campo da sociologia do conhecimento científico (Echevarría, 2003). Além disso, o enorme impacto económico e social da ciência e da tecnologia originou, por exemplo, o desenvolvimento de programas (aplicados em contextos educativos formais e não formais) relativos às relações Ciência/Tecnologia/Sociedade (e.g. Aikenhead, 2009), largamente difundidos em diversos países, como se referiu anteriormente.

De acordo com Echevarría (2003), o modelo de Kuhn foi o que melhor se adaptou à análise dessa mudança, podendo falar-se “de uma *filosofia pós-kuhniana da ciência e da tecnologia*” (p. 166). Entre as novas tendências ou escolas que procuram responder aos desafios levantados pelas teses de Kuhn, a par de diferenças ontológicas e metodológicas, há vários pontos de cruzamento com matizes diversas e a partilha de um objetivo consensual: o seu principal objeto de estudo é o conhecimento científico.

Segundo alguns autores (e.g., Duschl, 2008; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Erduran & Dagher, 2014; Giere, 1988; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar & Duschl, 2003), nas últimas décadas assistiu-se à emergência de uma visão *naturalizada* da filosofia da ciência, fundamentada na epistemologia e na psicologia cognitiva que foca, em particular, os mecanismos da construção de modelos científicos e as práticas investigativas. Decorrente desta visão, para Duschl, Schweingruber e Shouse (2007) assiste-se a uma mudança radical nas discussões sobre a natureza da ciência que pode ser descrita como uma mudança de foco do estudo da ciência como experimentação para se encarar a ciência como explicação e como construção e revisão de modelos explicativos. Associada à referida mudança, surge a modificação de objetivos e quadros teóricos em alguns estudos (e.g., Allchin, 2011; Irzik & Nola, 2011) que procuram promover a compreensão dos alunos e professores sobre a

complexidade e a diversidade das práticas científicas nos vários ramos da ciência. Na presente investigação, partilham-se estas ideias sem, contudo, se ignorar que a cognição científica está necessariamente incorporada nos contextos socioculturais onde, as complexas interações com outros indivíduos e formas materiais, a modelam e sustentam (e.g., Giere, 1988).

Assim, e ao contrário da tradição filosófica (empírica ou analítica) centrada na análise das teorias científicas, tomadas como sistemas ou conjuntos de enunciados, as novas tendências têm sido propostas e debatidas por alguns filósofos contemporâneos, como por exemplo Giere (1988, 2004) e van Fraassen (1980, 2001), situados no programa estruturalista²⁹ (de recorte pragmático), que consideram as teorias científicas como classes de modelos. Este é um dos postulados da *concepção semântica* que a distingue da versão inicial da *concepção herdada*. Esta concepção considerava como condição para a elaboração de uma epistemologia geral da ciência, partir dos resultados finais da investigação através da análise da sua estrutura sintática e das suas relações com a ciência, excluindo, assim, as vertentes da história e da sociologia da ciência (Echevarría, 2003). Alguns defensores do programa estruturalista (e.g., van Fraassen, 1980) evidenciam a necessidade de investigar a prática científica (tendência partilhada com a sociologia da ciência a partir das últimas décadas do século XX, como se discutirá adiante) e não apenas o conhecimento científico³⁰. O filósofo van Fraassen (1980), favorável à abordagem semântica das teorias científicas, explicita a ideia subjacente à análise das teorias, distinguindo a abordagem sintática da abordagem semântica:

²⁹ Segundo Echevarría (2003), no quadro da nova filosofia empirista, os defensores do programa estruturalista desenvolveram um método de análise (estrutural) “orientado para a caracterização formal das diversas teorias, bem como das relações intra e interteóricas” (p. 171) e abdicaram da discussão sobre a verdade ou falsificabilidade das teorias, limitando-se a analisar e a reconstruir as evoluções teóricas que os cientistas arquitetam nas suas investigações. “Neste sentido trata-se de uma *filosofia descritiva* sem pretensões normativas” (*ibid.*).

³⁰ Segundo Giere (2004), dentro da filosofia da ciência, tem sido tipicamente assumido que os recursos representacionais fundamentais são linguísticos, sendo a matemática entendida como um tipo de linguagem. De acordo com os fundamentos da lógica e da matemática, foi sendo progressivamente aceite que a linguagem da ciência tem uma sintaxe, uma semântica, e, finalmente, uma pragmática. Apesar de a sintaxe ser considerada importante, a semântica, que inclui as noções básicas de referência e de verdade, tem recebido a maior parte da atenção. Grande parte do debate sobre o realismo científico, por exemplo, tem sido conduzido em função da referência a aspetos teóricos e à verdade das hipóteses teóricas. A pragmática tem sido, em grande parte, um “recipiente” para o que quer sobeje, mas raramente investigada sistematicamente. Nesta linha de pensamento, as práticas científicas de representação do mundo são fundamentalmente pragmáticas. Para entender estas práticas, não se deve começar com a linguagem em si, mas com as práticas científicas em que a língua é utilizada.

A imagem sintática de uma teoria identifica-a com um corpo de teoremas, formulados numa determinada linguagem escolhida para expressar essa teoria. Isto deve contrapor-se à alternativa de apresentar uma teoria através da identificação de uma classe de estruturas como os seus modelos. Nesta segunda abordagem, semântica, a linguagem utilizada para expressar a teoria não é básica nem única; a mesma classe de estruturas pode ser descrita de maneiras radicalmente diferentes, cada uma com suas próprias limitações. Os modelos ocupam o centro do palco. (p. 44)

Giere (1988, 1994) partilha esta conceção, mas afirma preferir uma abordagem das teorias científicas como classes de modelos (ou predicados), que podem assumir uma estrutura formal complexa (matemática), acrescentando que “a estrutura linguística, correspondente a um ‘predicado’, é a de uma definição e não a de um sistema axiomático” (1994, p. 277). As divergências entre estes dois pensadores relacionam-se com o estatuto que atribuem às teorias científicas. van Fraassen (1980) defende o *empirismo construtivo*, contra o realismo científico, como forma de responder à questão “O que é a ciência?”. Para ele, o objetivo da ciência é conceber teorias empiricamente adequadas, mas encara a aceitação de uma teoria como a crença na sua adequação empírica. O significado da adequação empírica é tomado como se aquilo que a teoria estabelece sobre as coisas e eventos observáveis deste mundo seja verdadeiro:

Se duas proposições são diferentes, ao ponto de uma poder ser verdadeira sem a outra, e nós estivermos conscientes disso, então é possível acreditar numa sem acreditar na outra. Se é possível distinguir entre o observável e o não-observável, então é possível distinguir entre adequação empírica e verdade. Assim, eu concluo que é possível acreditar que uma teoria é empiricamente adequada sem acreditar que a teoria é verdadeira. (van Fraassen, 2001, p. 166)

Apesar de reconhecer algumas fragilidades na coerência da sua posição, van Fraassen (2001) justifica-a afirmando que no empreendimento científico, tal como no quotidiano, todos os indivíduos acreditam em diversas coisas e, embora respeite “a racionalidade daqueles que preferem ter crenças (*beliefs*) redundantes, deseja mostrar a racionalidade daqueles que renunciam a essas crenças” (p. 168).

Giere (1988) advoga uma abordagem cognitiva do estudo da ciência como atividade humana, partindo de uma visão abrangente das ciências cognitivas (incluindo partes da lógica e da filosofia, da neurobiologia, indo da psicologia cognitiva até à linguística e, desta, para a sociologia e a antropologia cognitivas). Giere (1988) justifica a designação da abordagem que propõe – *Teoria cognitiva unificada da ciência* – a partir da enorme

relevância que atribui ao empreendimento científico como objeto de estudo e à abrangência da teorização que pretende realizar, procurando entender a ciência através da compreensão dos processos cognitivos dos cientistas. Segundo Echevarría (2003), a obra de Giere (1988), *Explaining Science*, contribuiu decisivamente para uma viragem na filosofia da ciência – o cognitivismo. Giere (1988) discute a concepção de teoria científica, realçando as relações entre os modelos e a realidade:

A minha sugestão preferida é, então, que nós compreendamos a teoria como incluindo dois elementos: (1) uma população de modelos; e (2) várias hipóteses ligando esses modelos com sistemas do mundo real. Neste sentido, o que se encontra nos livros não é, literalmente, a teoria em si mesma, mas proposições definindo os modelos que são parte da teoria. Também se encontram formulações de algumas das hipóteses que constituem partes da teoria. Esta caracterização parece-me suficientemente próxima do modo como os físicos pensam e falam para serem úteis. (p. 85)

Giere (1988) e van Fraassen (1980) discutem, também, a importância da *representação científica* na prática da atividade científica, associando-a à velha questão das razões que levam os cientistas a escolherem uma teoria em detrimento de outras. Neste sentido, as representações científicas não podem ser analisadas exclusivamente de um ponto de vista semântico e, menos ainda, sintático, pois a preferência de umas sobre outras é decidida pela comunidade científica (Echevarría, 2003). Neste sentido, van Fraassen (1980, 2001) sugeriu que a relação entre um modelo (a representação – *estrutura abstrata*) e o sistema real (o representado) deve ser uma relação de *isomorfismo* estrutural, capaz de possibilitar a comparação entre duas teorias empiricamente equivalentes e determinar a preferência por uma ou outra representação do observado. Giere (1988) contrapôs a esta ideia a noção de *similaridade*, considerada mais abrangente:

As ligações entre modelos não são conexões lógicas, mas relações de similaridade. Em alguns casos a diferença entre dois modelos consiste em que um é uma aproximação do outro – não se trata, novamente, de uma relação lógica. [...]. Trata-se de relações de similaridade entre um modelo global e um qualquer sistema real. Um sistema real é identificado por ser *similar* a um dos modelos. (p. 86)

Giere (1988) aplicou o seu programa de abordagem cognitiva à análise da revolução científica ocorrida na Geologia com a proposta (e posterior aceitação pela comunidade científica) da teoria da tectónica de placas. No final, reafirma que “o padrão geral do desenvolvimento do conhecimento científico deve ser encarado como um processo evolutivo

em que os mecanismos subjacentes são cognitivos, no sentido aceite pelas ciências cognitivas” (p. 276), e acrescenta que “os modelos encarados por um qualquer cientista como os mais promissores são o resultado de uma forte influência das suas experiências anteriores de estudo e de pesquisa” (p. 278).

Ziman (2000), no final da sua longa reflexão sobre a ciência atual, interroga-se sobre aquilo em que, afinal, podemos acreditar reafirmando que “a *epistemologia* da ciência é inseparável da nossa natural capacidade de *cognição*” (p. 289) e realça que o conhecimento científico não só tem de ser compreensível como deve facilitar a compreensão e os mapas científicos (modelos, teorias, fórmulas matemáticas, esquemas de classificação, ...) são os instrumentos ideais para tal. Mesmo que por vezes sejam difíceis de entender, “os ‘mapas’ científicos possuem consistência interna, são empiricamente fiáveis, consensuais e bem adaptados à manipulação mental” (p. 290). Isto significa que, uma vez entendido, o conhecimento científico pode conferir, a cada um de nós, um atrativo caminho para a compreensão da realidade.

Alguns estudiosos e cientistas (e.g., Quintanilha, 2002; Ruse, 2002) encaram as posições filosóficas sobre a ciência como complementares e representantes de momentos próprios e da análise de questões diferentes, ideia partilhada na presente investigação. Por exemplo, Quintanilha (2002) refere que sem perguntas não há investigação científica e as novas hipóteses surgem quando se descobre algum facto desconhecido, mas isso está, frequentemente, relacionado com o modo como se olha a realidade. Em jeito de breve síntese, deixa-se aqui esse olhar:

Quando Feyerabend fala do *anything goes!* eu interpreto essa afirmação como uma forma de dizer que as novas ideias interessantes em ciência podem surgir das áreas mais variadas do conhecimento, das metáforas menos previsíveis, dos cantos mais escondidos do nosso subconsciente. É evidente que desconhecemos qual a origem de muitas das ideias mais inovadoras em ciência. No entanto, para que passem a fazer parte integrante da nossa “nova” compreensão do Mundo, elas terão de ser submetidas a toda uma bateria de testes em que os valores [epistémicos] acima enumerados serão extensamente analisados e se possível validados. [...] Kuhn sugere que quando o número de anomalias aumenta, cria-se o ambiente necessário para o que ele designa por uma possível alteração de paradigma [...] Popper defende a ideia de que em ciência o conhecimento é independente do cientista. Aquilo a que ele se refere como “*knowledge without a knower*”! Obviamente que esta premissa é considerada por muitos como essencial, mas creio que logicamente só se aplica durante o processo da validação da teoria. [...] E não vejo contradição entre as duas posições, a de Popper e a de Kuhn. Elas referem-se a alturas diferentes e a questões diferentes do processo do desenvolvimento da ciência. (p. 11)

2.1.2. Perspetivas sociológicas em debate

O debate em torno da questão do conceito de ciência e do desenvolvimento do conhecimento científico não se limitou às controvérsias entre filósofos e historiadores de ciência. Em toda a sua teoria da ciência, Kuhn e Lakatos, entre outros, para além de introduzirem uma sólida perspetiva histórica na análise do desenvolvimento do conhecimento científico (Ruse, 2002), influenciaram decisivamente a sociologia da ciência e o modo como os cientistas passaram a encarar a sua própria atividade (Ziman, 1984). Os estudos sociológicos sobre a ciência e a atividade dos cientistas podem classificar-se dentro da categoria das epistemologias externalistas (Echevarría, 2003; Giere, 1988), de que são exemplo as teorizações de Kuhn (1983,1989) e de Ziman (1984, 2000), encarando a ciência como uma atividade humana a ser estudada numa perspetiva ampla, de acordo com as condições históricas, as relações sociais, os modos de produção, a personalidade dos cientistas e os aspetos culturais marcantes na época em que se processa.

No quadro da sociologia da ciência, em meados do século XX, segundo Giere (1988) e Ziman (1996b, 2000), por exemplo, dominavam as ideias de índole estruturo-funcional associadas ao trabalho de Merton para quem o critério da demarcação se relacionava com a institucionalização da ciência. Um tal objetivo deveria possuir uma estrutura de suporte em parte metodológica (com as suas normas de construção de provas empíricas e de consistência lógica dos enunciados teóricos) e em parte social, através de um conjunto de normas aceites pelos cientistas de acordo com as quais eles estariam obrigados a agir: comunalismo (*communalism*), universalismo (*universality*), desinteresse (*disinterestedness*) e ceticismo organizado (*organized scepticism*). Estas normas são habitualmente designadas pelo acrónimo CUDOS e, segundo Ziman (1996b), podem caracterizar-se como segue: (1) o comunalismo refere-se ao facto de os resultados da ciência académica, ainda que propriedade da comunidade científica, deverem ser considerados conhecimento público, abrangendo as diversas práticas envolvidas na comunicação de resultados da investigação aos pares e à sociedade (eventos científicos, artigos académicos, bibliotecas, entre outros e, atualmente, diversas fontes de dados digitais); (2) o universalismo, como o próprio nome sugere, defende que o progresso da ciência não depende das características pessoais e sociais dos cientistas (etnia, género, opções religiosas, entre outras), devendo ser todos encarados da mesma forma pela ciência; (3) o desinteresse, em termos institucionais, está relacionado com o facto de os cientistas tentarem não imiscuir as suas crenças ou ideologias pessoais nos resultados que apresentam; e (4) a norma do ceticismo organizado tem a ver com o facto de os dados e as

teorias científicas deverem ser sujeitos à crítica e ao escrutínio dos pares, antes de serem aceites como válidos.

Para Ziman (2000), estas normas são muito mais tradições do que princípios morais transmitidas e, eventualmente, “incorporadas como um *ethos* da consciência científica individual de cada cientista” (p. 31). E acrescenta que “ninguém nasce com uma atitude científica” (*ibid.*). As atitudes desenvolvem-se no contexto profissional ao longo do tempo a partir de exemplos e da vivência do papel de cientista. Facilmente se entende que “para estas normas existem contranormas, como o individualismo ou a desonestidade intelectual” (p. 32), espelhada no plágio ou na manipulação dos resultados das investigações.

Como se referiu anteriormente, vários autores, entre os quais Ziman (1996b, 1999), evidenciam o facto de a seguir à 2ª Guerra Mundial, se assistir a uma nova transição na ciência, com o aparecimento da tecnociência: a ciência académica cede lugar na produção de conhecimento a outras instituições, laboratórios e empresas (I&D), iniciando-se uma nova fase de inter-relações entre os cientistas que se deslocam de umas instituições para outras, designadamente das universidades onde se formaram para trabalharem na indústria (a ciência pós-académica). Neste contexto, multidisciplinar, os cientistas transpõem, cada vez mais, as fronteiras da sua disciplina tradicional, através da partilha de pesquisas e da permanente tentativa em superar a tradicional separação entre ciência e prática, numa nova atitude cooperativa que ultrapassa as paredes dos centros de investigação e envolve diversas instituições sociais (Gibbons et al., 1994).

Daí que, após os anos 70 do século XX, a questão da demarcação entre ciência e não ciência, da afirmação da ciência, do seu desenvolvimento e das suas aplicações em íntima ligação à tecnologia, conduzissem alguns sociólogos, como Latour e Woolgar (1979), a estudar os cientistas nos seus locais de trabalho (investigação etnometodológica). Estes autores evidenciaram o papel das subjetividades, das personalidades e das controvérsias não só no trabalho científico como nos produtos da ciência, opondo-se ao realismo da ciência e defendendo o construtivismo social.

Nesta linha, Knorr-Cetina (1981) enfatiza o contraste entre “descrição” e “construção” afirmando que a interpretação construtivista se opõe à conceção do carácter descritivo da investigação científica. Na interpretação construtivista, os produtos da ciência são encarados como o resultado dos processos de decisão característicos da produção do conhecimento científico. Knorr-Cetina (1999) distingue, no geral, três novas etapas na ciência atual: (1)

envolve muitos aspetos da vida nas sociedades ocidentais, não só através dos produtos que coloca à disposição dos indivíduos como através das estruturas e dos procedimentos do trabalho científico; (2) possui grande diversidade de processos e de práticas encontradas no interior da ciência (diversidade de métodos); e (3) utiliza novos modelos de comunicação da ciência (p. 378). A autora propõe quatro dimensões de comunicação de ciência, de modo a tentar explicitar algumas das suas complexidades: uma dimensão literária, relacionada com os materiais escritos e orais, e incluindo a circulação dos instrumentos, das amostras e dos próprios cientistas entre diferentes laboratórios; uma dimensão epistémica (negocial), “aquilo que se relaciona com a verdade, a facticidade [*sic*] e a objetividade da ciência” (p. 382); uma dimensão biográfica relacionada com a reputação, a avaliação e a credibilidade dos cientistas, a que Latour (1987), entre outros, chamou o “ciclo da credibilidade”; uma dimensão coletiva, subjacente ao trabalho em equipa dos grupos de investigação, funcionando à escala global como os que trabalham na busca do bóson de Higgs³¹. De realçar que a socióloga se refere, ainda, às culturas de comunicação no interior dos grupos de investigação e ao mecanismo de desenvolvimento do trabalho através da apresentação de propostas tecnológicas destinadas a diversos tipos de públicos.

Pelo seu lado, Ziman (1996b, 2000), baseando-se no trabalho de Gibbons e colaboradores (1994), com quem partilha a convicção de que a ciência atual é muito diferente da ciência descrita pelas normas mertonianas, defende que o novo contexto em que a ciência se constrói é palco de um novo *ethos* correspondente aos conceitos de proprietária (*proprietary*), local (*local*), autoritária (*authoritarian*), encomendada (*commissioned*) e perita (*expert*) – designados pelo acrónimo PLACE. De acordo com esta perspetiva, os conhecimentos científicos gerados são, em grande parte, propriedade exclusiva de grandes empresas detentoras das patentes, não sendo considerados conhecimentos comuns, o que sucedia na ciência académica, e, como tal, não são necessariamente tornados públicos. Assim, o foco da investigação científica deslocou-se, em grande medida, dos problemas universais (ex., a teoria do *Big Bang*) para problemas locais ou particulares e os cientistas

³¹ Curiosamente, a 4 julho de 2012, os grupos experimentais ATLAS e CMS do Grande Colisor de Hadrões do CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*) anunciaram que tinham observado uma nova partícula de massa, consistente com o bóson de Higgs (teoricamente surgida logo após o *Big Bang*) cuja existência tinha sido prevista no âmbito do “Modelo Padrão” que explica como é que as partículas básicas da constituição da matéria, interagem sob a influência das quatro forças fundamentais. A 8 de outubro de 2013, François Englert e Peter Higgs receberam, em conjunto, o prémio Nobel da Física pela descoberta teórica de um mecanismo que contribui para a compreensão sobre a origem da massa das partículas subatómicas (acedido em 2015, fevereiro 26, em <http://home.cern/topics/higgs-boson>>).

trabalham num sistema de organização hierárquica, com centros de decisão (autoridade) bem definidos que encomendam as investigações com vista a alcançarem resultados práticos (por ex., um novo medicamento ou vacina). Neste contexto, os investigadores são encarados cada vez mais como peritos que têm como objetivo a (rápida) resolução de problemas, em vez de serem profissionais contratados pela sua criatividade e originalidade pessoal, visando a tentativa de descoberta de cura para doenças em casos complexos como o da malária que afeta há décadas as populações de diversas regiões do planeta ou, mais recentemente, o controlo dos surtos infecciosos causados pelo vírus Ébola na África ocidental.

2.1.2.1. Os valores da ciência

As instituições científicas e sociais conferem à ciência um carácter mais estável e desempenham um papel determinante na regulação da produção do conhecimento científico. Contudo, os debates sobre o que é ou não é ciência (a demarcação) e entre a objetividade e a subjetividade da ciência mantêm-se atuais. Por exemplo, Ruse (2002) chama a atenção para o modo como os estudantes de retórica têm argumentado que a ciência é tanto um reflexo da sociedade como uma qualquer obra de arte. Este autor questiona, também, os possíveis efeitos destes argumentos nas atitudes de rejeição ou de alheamento que alguns cientistas manifestam em relação aos estudos culturais:

Poder-se-á argumentar de modo razoável, contra o ataque à ciência? Conseguir-se-á ver se, efetivamente, a crítica ao panorama filosófico tradicional da ciência tem aspetos dignos de mérito, e encontrar, ainda, alguma forma de preservar aquilo que a ciência tem de bom e de louvável? (p. 44)

Para Ruse (2002), os críticos da ciência discutem claramente os seus valores:

O debate principal processa-se entre a objetividade e a subjetividade: a ciência obedecerá a certas normas ou regras desinteressadas, criadas para nos dizer algo acerca do mundo real, ou é um reflexo das preferências pessoais, das coisas que as pessoas mais prezam na sua cultura? [...], o debate é sobre interesses – o desejo de e a devoção à verdade objetiva, por oposição a uma aceitação do (os cientistas diriam o atolamento no) subjetivamente social. Considero os interesses uma outra forma de falar de valores e, assim, entendo que este debate é essencialmente acerca dos valores da ciência, e na ciência. (p. 46)

Tomar como referência os valores da ciência, no sentido em que Ruse (2002) o faz, implica considerar o papel dos “valores epistémicos”, de acordo com a terminologia preferida pelos filósofos. Os valores epistémicos, segundo Ruse (2002) têm, então, um papel

central na procura da verdade por oposição aos valores culturais – “não epistémicos”. Kuhn (1989) contribuiu para enunciar estes valores ao definir cinco critérios que visam decidir se uma teoria científica é ou não uma boa teoria: precisão, coerência, amplitude, simplicidade e fecundidade. Ruse (2002) discute um conjunto de valores epistémicos – exatidão preditiva, coerência interna, consistência externa, capacidade unificadora e fecundidade³² – que o filósofo McMullin (1982) caracteriza da seguinte forma:

se presume promoverem o carácter verdadeiro da ciência, o seu carácter como o conhecimento mais válido que temos disponível do mundo que procuramos compreender. [...]. Aqui concentrei-me nos valores que se espera estarem incorporados numa boa teoria. Mas existem muito outros valores epistémicos, como o da reprodutibilidade de uma experiência ou o rigor de uma medição. (p. 18).

Para estes dois autores, todo o conhecimento científico logicamente estruturado (as teorias) deve obedecer àqueles princípios. Embora admitindo algum grau de imprecisão, uma teoria, para não ser rejeitada, tem de fazer previsões adequadas e com rigor, ou seja, possuir exatidão preditiva. Para além disso, as partes de uma teoria devem estar em concordância umas com as outras, melhor dizendo, possuir coerência interna. Esta condição não é suficiente para a aceitação da teoria: ela terá de estar, também, em consonância com outros princípios anteriormente bem estabelecidos, isto é, possuir consistência externa. O sucesso do conhecimento científico depende ainda do seu poder unificador, mais especificamente, da capacidade da teoria para congregar, no mesmo âmbito explicativo, saberes multidisciplinares que antes não se relacionavam. Por último, uma teoria que consiga fazer novas previsões, não contidas nas explicações originais, e gerar novos modos de olhar os problemas e os fenómenos que abrange, possui o valor da fecundidade, abrindo novos campos de pesquisa. McMullin (1982) esclarece que os valores em que a ciência se baseia não são apenas derivados da apreciação das teorias: o trabalho científico está impregnado de juízos de valor em numerosas decisões envolvendo os processos investigativos e os resultados, mas “considera muitos deles pragmáticos, embora a fronteira entre estes valores e os epistémicos, por vezes, seja difícil de traçar” (p. 18).

³² Embora se reconheça o papel determinante do valor epistémico *simplicidade* para os físicos, na avaliação das teorias e modelos científicos, não foi incluído no conjunto dos valores epistémicos referidos, uma vez que o estudo se centra na abordagem da metaciência e da sua importância para o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, ao nível da formação de futuros professores generalistas e não de professores de física, para quem esse aspeto teria grande relevância.

O modo como os cientistas encaram as diferentes perspectivas filosóficas e sociológicas da ciência têm sido objeto de numerosos estudos que ultrapassam largamente o âmbito do presente trabalho. A título exemplificativo, refere-se um estudo de caso desenvolvido por Roseiro (2009) no Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC) para investigar, entre outros aspetos, os princípios normativos que guiam a atividade dos cientistas/investigadores do IGC nas suas diferentes categorias (*Group Leaders, Trainees e Technicians, Students e Postdocs*), em função da variável género. Partindo das normas mertonianas CUDOS *versus* PLACE (Ziman, 1996b), a autora verificou que os cientistas do IGC mostraram disposições mais próximas das normas CUDOS mais acentuadas no conjunto dos *Group Leaders* (os cientistas que lideram as equipas de investigação), dado que tanto os *Trainees e Technicians* (formandos e técnicos) como os *Postdoc* (investigadores a realizarem pós-doutoramentos) indiciavam uma orientação mais próxima dos valores PLACE. Nas conclusões do estudo, a autora acrescenta ser possível afirmar que os investigadores tendem a dar mais importância às normas presentes no CUDOS do que as investigadoras. A autora faz esta afirmação com alguma reserva dado que a distribuição por género, nos cargos de responsabilidade das equipas de investigação, varia consoante a área científica. Admite-se, por isso, que a área de investigação onde o cientista trabalha pode influenciar a adoção de comportamentos mais próximos de umas ou de outros (normas e valores).

Em suma, a questão “O que é a ciência?” tem recebido respostas múltiplas e complexas conforme as “lentes” (as disciplinas metacientíficas) pelas quais é analisada e as visões dos cientistas que contribuem para sua construção. Face à dificuldade em obter uma ideia consensual sobre ciência, dado o seu carácter multidimensional, a presente investigação adotou como base da conceptualização de ciência o modelo proposto por Ziman (1984, 2000) que se entende responder de um modo abrangente a muitas dúvidas conceptuais e terminológicas que persistem neste domínio. Ziman (1984, 1996a, 1996b, 2000) afirma que a conceção de ciência é demasiado complexa para poder ser descrita por uma qualquer definição formal, correndo-se o risco de ignorar alguns dos seus aspetos significativos, pela dificuldade de agregar as perspectivas filosóficas, psicológicas e sociais que a caracterizam. Alguns autores, como por exemplo Greco (2006), consideram que Ziman foi um dos poucos a compreender inteiramente as implicações e a importância da “ciência coletivizada”, sujeita a forças internas e externas, numa nova fase de mudança que ele próprio designou por “transição pós-académica”.

2.2. Modelo de construção da ciência segundo Ziman

De acordo com Ziman (1984, 2000), as definições acadêmicas de ciência tendem a enfatizar aspectos diferentes conforme o plano de análise de cada uma das disciplinas metacientíficas que estudam a sua natureza e o seu processo de construção: filosofia, psicologia, história e sociologia. O estudo parcelar destas disciplinas pode impedir a construção de uma concepção global da ciência na sociedade atual privilegiando alguns aspectos, como os seus efeitos tecnológicos, em detrimento dos aspectos metodológicos que regem o trabalho científico e da dinâmica da produção do conhecimento organizado. Neste sentido, Ziman (1984) afirma que

a ciência é [...] o produto da investigação e emprega métodos característicos; é um corpo organizado de conhecimento; é um meio de resolver problemas. A ciência também é uma instituição social, necessita de materiais próprios, é um tema de educação, é um recurso cultural, tem que ser gerida e é um fator de grande relevo nos empreendimentos humanos. (p. 2)

Mais tarde, Ziman (2000) reforça esta ideia lembrando que as dimensões sociológica e psicológica são chamadas a complementar a dimensão filosófica tradicional e não a substituí-la (p. 84). Este aspeto é evidenciado na conceptualização que Ziman (1984) fez de ciência, ao descrevê-la, organizá-la e caracterizá-la em torno de quatro dimensões fundamentais que se cruzam e interligam procurando dar conta da complexidade da atividade científica: as dimensões filosófica, psicológica, sociológica e histórica (Figura 2.1). Na interseção das dimensões filosófica, psicológica e sociológica, Ziman arquitetou um eixo temporal – a inexorável flecha do tempo, como refere Prigogine (1996) – ao longo do qual a ciência evolui pela inter-relação dos aspetos filosóficos, sociológicos e psicológicos, em diversos momentos, conferindo-lhe uma dimensão histórica.

A dimensão filosófica caracteriza a ciência no seu aspeto dinâmico, analisa as teorias e dá ênfase aos processos investigativos de trabalho, usados pelos cientistas, como elementos de metodologias próprias destinadas a obter informação fidedigna (confiável) acerca do mundo natural. Ziman (2000) afirma que “o processo de pesquisa envolve claramente entidades – factos, conceitos, teorias, crenças, entre outras – que operam em primeiro lugar no reino das ideias” (p. 84). Além disso, a metodologia científica está direccionada para ultrapassar as duas maiores fontes de incerteza empírica: (1) a *subjetividade*, inerente àqueles que contribuem para a construção do conhecimento científico; e (2) a *contingência*, traduzida

pela possibilidade de replicação dos dados com interesse científico e dos procedimentos de investigação por parte de grupos independentes de cientistas.

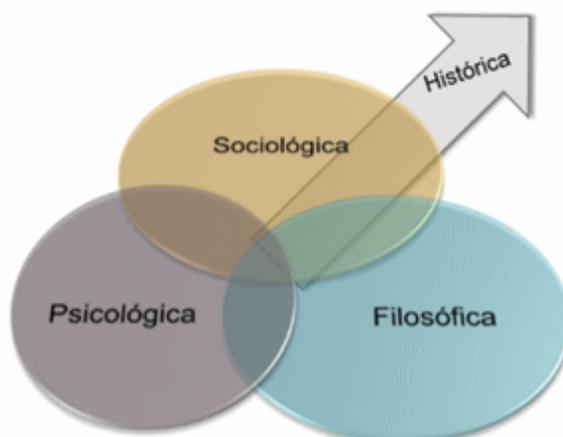


Figura 2.1. Modelo de construção da ciência (adaptado de Ziman, 1994, 2000).

A dimensão psicológica da ciência refere-se ao facto de as características pessoais dos cientistas influenciarem o desenvolvimento do trabalho científico. A ciência é feita por pessoas com ideias, desejos, qualidades (curiosidade, espírito crítico, perseverança, humildade, entre outras) ambições e fragilidades diversas, como a apresentação de resultados fraudulentos ou a cedência a interesses menos lícitos que põem em causa a ética e a responsabilidade profissional do cientista.

A dimensão sociológica refere-se às relações entre os membros da comunidade científica (sociologia interna) e às inter-relações que estabelecem com a sociedade em geral (sociologia externa), em termos do funcionamento das instituições (académicas, empresariais, estatais, de investigação e desenvolvimentos) e das normas, interesses e valores por que se regem, como se referiu a propósito do modo como Ziman (1996b) encara o novo *ethos* da ciência pós-académica. Ziman (2000) chama a atenção para o que é ser um cientista atualmente:

Só o compromisso pessoal com uma instituição social complexa e exigente, cujas práticas por vezes podem parecer destinar-se a outros fins, possibilita aos cientistas atingirem coletivamente o poderoso e peculiar modo de compreensão a que chamamos “científico”. (p. 291)

A dimensão sociológica, nas suas vertentes interna e externa³³ (Figura 2.2), possui uma dinâmica de influências recíprocas que as torna cada vez mais interdependentes.

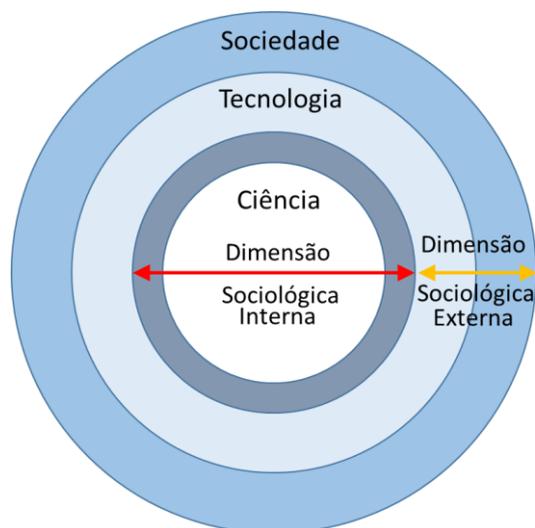


Figura 2.2. A dimensão sociológica da ciência nas suas vertentes interna e externa (adaptado de Ziman, 1984, 2000).

Por um lado, estudam-se os modos como a ciência é produzida, analisando as relações que se estabelecem no seio da comunidade científica. Esta é a dimensão sociológica na sua vertente interna que dá conta das múltiplas interações sociais dos cientistas na permanente comunicação, discussão e partilha de resultados, ideias e processos investigativos. São várias as instituições (universidades, laboratórios, empresas privadas, associações científicas, entre outras) que promovem a colaboração e o debate entre os pares em seminários, congressos e encontros de cariz científico, mas que também competem e rivalizam entre si pela primazia das descobertas ou invenções. Outras instituições científicas reconhecem o valor dos trabalhos científicos, através da publicação em revistas especializadas. Como profissionais, os cientistas estão ainda sujeitos às funções que lhes são atribuídas e às regras que estabelecem a progressão nas carreiras académicas e/ou de investigação, ou seja, a normas comunitárias como o universalismo e o desinteresse. Além disso, os cientistas também estão dependentes da autoridade dos decisores e financiadores e da encomenda de uma dada pesquisa, por exemplo, situações que não podem ser ignoradas pela influência que têm sobre o conhecimento produzido.

³³ Embora a dimensão sociológica seja uma única, as suas vertentes interna e externa abordam-se separadamente dada a incidência das perspetivas relacionadas com cada uma destas vertentes ser distinta: umas estão mais relacionadas com as relações no interior da comunidade científica (sociologia interna) e as outras com as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, CTS (sociologia externa).

Por outro lado, no mundo atual, a construção da ciência é um processo dinâmico, fonte de inúmeros conflitos e controvérsias, tanto mais evidentes quanto maior é a complexidade dos assuntos discutidos e dos problemas que afetam a sociedade. Esta é a dimensão sociológica da ciência, na sua vertente externa, que dá conta das influências que os poderes da ciência e da tecnologia têm sobre algumas decisões da sociedade e, ao invés, das pressões sociais que, em determinadas épocas e contextos, atuam sobre a ciência e penetram na sua estrutura filosófica e psicológica (Ziman, 1984). Os processos e os produtos tecnológicos têm uma maior visibilidade e impacto na sociedade, pelo que a tecnologia pode ser vista como uma interface entre a ciência e a sociedade. Encarar estas questões, implica considerar e analisar as relações biunívocas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (relação CTS) e o grau de aceitação ou de rejeição social que obtêm as controvérsias geradas e as soluções que propõem. Para este autor, as relações Ciência/Tecnologia/Sociedade correspondem unicamente à dimensão sociológica na sua vertente externa.

A dimensão histórica encara a ciência como um processo gradual de acumulação de conhecimentos, de onde sobressai o seu aspeto de “arquivo”, pois só a publicação do conhecimento científico, organizado em esquemas teóricos coerentes, permite a sua divulgação, reestruturação e utilização pela humanidade. Desde a institucionalização da ciência no século XVII, podemos considerar as três dimensões metacientíficas em diferentes perspetivas e condicionadas pelas realidades culturais e sociais das várias épocas históricas, num sentido de complexidade crescente.

Tendo em conta a importância da análise da influência das normas, interesses e valores na construção da ciência, reforça-se a ideia que muitas decisões tomadas na comunidade científica se relacionam com limitações instrumentais, constrangimentos temporais e financeiros, por exemplo, pelo que, à luz da conceptualização de Ziman (1984, 2000), no interior da comunidade científica estão em jogo muitos valores de carácter mais pragmático (também apontados por McMullin, 1982) afetando a dimensão sociológica da ciência na sua vertente interna. Reconhecendo-se a interpenetração tanto dos valores epistémicos como dos valores culturais e morais (não-epistémicos) nas dimensões de construção da ciência que esta investigação toma como referência teórica (Ziman, 1984, 2000) e considerando a estreita relação entre os valores culturais em ciência e a elaboração de consensos de cariz filosófico (Kuhn, 1989; Ruse, 2002), optou-se por incluir os “cinco valores epistémicos” na explicitação das perspetivas a abordar no que se refere à dimensão filosófica da ciência.

A Figura 2.3 sintetiza a conceptualização de ciência (texto metacientífico) que vai ser usada na presente investigação, tomando como base as dimensões da sua construção (Ziman, 1984, 2000).

Dimensões	Texto metacientífico
Filosófica (DF)	Conhecimento provisório, coerente, multidisciplinar, sujeito à testagem e à crítica lógica, que visa fazer previsões rigorosas, descrever, interpretar e explicar a realidade (enuncia leis e teorias). Com as evidências obtidas a partir de um conjunto de métodos e processos diversos, a ciência procura respostas gerais a questões ‘intrigantes’, internamente coerentes e consistentes com as teorias já aceites, e enuncia novos problemas, conducentes a novas investigações.
Histórica (DH)	Corpo de conhecimento, acumulado ao longo do tempo e publicado num ‘arquivo’, acessível à comunidade científica
Psicológica (DP)	Os cientistas possuem habitualmente grande curiosidade e a capacidade de se questionarem sobre a realidade. A imaginação, a criatividade e a persistência são essenciais para a procura de respostas aos problemas científicos. A postura ética influencia positiva ou negativamente o seu trabalho.
Sociológica interna (DSI)	Os cientistas fazem parte de grupos de investigação multidisciplinares colaborando uns com os outros para a produção do conhecimento. Os grupos de investigação rivais competem entre si na apresentação de resultados e pelo reconhecimento das suas ideias junto dos seus pares.
Sociológica externa (DSE)	A ciência e a tecnologia são interdependentes contribuindo com novas ideias, instrumentos e métodos de investigação que fazem evoluir. Tanto a ciência como a tecnologia propõem soluções para alguns problemas da sociedade, mas as soluções podem ser controversas e sujeitas ao escrutínio de grupos de cidadãos. Os cientistas podem ser condicionados no seu trabalho pelas políticas e investimentos do Governo, empresas, ...

Figura 2.3. Conceptualização de ciência evidenciando as dimensões da sua construção.

Na presente investigação, os aspetos incluídos em cada uma das dimensões foram determinantes para o enunciado explícito das perspetivas metacientíficas (conhecimentos e/ou capacidades), em termos da sua abrangência, que se consideram importantes para apoiar o desenvolvimento de uma adequada conceção sobre ciência e o seu ensino, dos futuros professores do 1.º ciclo do ensino básico, no âmbito de uma formação de cariz didático. No capítulo da metodologia apresenta-se e discute-se, em detalhe, o modo como foram especificados os conhecimentos e capacidades metacientíficos, associados a cada uma das dimensões apresentadas na Figura 2.3, que sustentaram as análises nas diversas etapas da investigação.

2.3. Concepções sobre ciência e ensino das ciências

Tal como se apresentou no ponto 1 deste capítulo, no atual quadro de mudança curricular no âmbito do ensino das ciências, a nível internacional e nacional, o ensino sobre a natureza da ciência é considerado uma das componentes fundamentais da educação em ciência, visando a promoção da literacia científica para todos.

De facto, desde o final do século XIX que existe uma longa tradição em defesa dos benefícios culturais, educacionais, científicos e pessoais de incluir nos currículos e programas de ciências uma componente metacientífica (e.g., Duschl, 1990; Hodson, 1988, 2003; Lederman, 2007). Focando inicialmente a história e a filosofia da ciência (e.g., Matthews 1994, 2009a) esta componente inclui, na atualidade, diferentes perspetivas que, a par dos estudos sobre a sua inclusão nos currículos e programas disciplinares, têm tido expressão num manancial de estudos empíricos focados em questões relativas à importância de ensinar e aprender *sobre* ciência (e.g., Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Deng, Chen, Tsai & Chai, 2011). Estes estudos têm procurado, ainda, estabelecer as ligações entre a aprendizagem da metaciência e a aprendizagem científica e desenvolver testes válidos, fiáveis e eficientes, para identificar e avaliar os conhecimentos metacientíficos (e.g., Abd-El-Khalick, Lederman, Bell & Schwartz, 2001; Lederman, Bartos & Lederman, 2014; Lederman & O'Malley, 1990; Matthews, 2012a; Vázquez, Manassero, Acevedo, J. & Acevedo, 2008).

Neste enquadramento, é essencial ultrapassar mitos e estereótipos, dando conta da mudança de perspetivas sobre a conceptualização da ciência, nomeadamente através da inclusão das suas dimensões externalistas e internalistas, essenciais para a compreensão do papel que a ciência e a tecnologia desempenham na sociedade atual. Mas, para que este empreendimento tenha sucesso, é necessário intervir nos diversos níveis do sistema educativo (e.g., Duschl, 2000; Lederman, 2007; McComas, 2014; Osborne & Dillon, 2008; Solomon, 1999). Mais especificamente, estes aspetos devem ser tidos em conta na concepção dos currículos, na produção de documentos orientadores e de materiais de apoio para o ensino das ciências (nos vários níveis de escolaridade), bem como na definição de práticas de formação inicial e contínua dos professores, consistentes com os objetivos definidos e sistematicamente avaliadas, como recomenda Lederman (1999).

Mesmo reconhecendo as dificuldades inerentes à inclusão de uma componente metacientífica no ensino das ciências, para vários autores, como, por exemplo, Duschl (2008), McComas (2014) e Matthews (2012a), o debate acerca do ensino de uma conceptualização adequada de ciência continua atual. A partir do teor das ideias em confronto e do que diz a investigação, é possível conceber uma imagem sobre a extensão da preocupação internacional com o lugar da natureza da ciência no ensino de ciências e a variedade de respostas específicas que têm sido encontradas para esta questão por professores, académicos e autoridades educativas em diferentes países. Assim, segundo Matthews (2014), “as tomadas de decisão regionais ou nacionais podem ser baseadas nos sucessos e fracassos do que ocorreu em outros lugares” (p. 12) e cada país ou região poderá decidir, com maior fundamento, sobre a construção do currículo, uma apropriada formação de professores e uma adequada avaliação das aprendizagens.

Na presente investigação destacam-se alguns estudos que visam analisar as concepções sobre ciência e o seu ensino detidas por professores e alunos (e.g., Aikenhead & Ryan, 1992; Canavarro, 2000; Deng et al., 2011; Driver et al., 1996; Lederman, 1992; Vázquez, Manassero & Acevedo, 2006), a inclusão da metaciência nos currículos e programas (e.g., McComas & Olson, 1998; BouJaoude & Santourian, 2012) e determinar as condições para o ensino eficaz da natureza da ciência, relacionando-o com a formação de professores e a aprendizagem dos alunos (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, 2009; Akerson, Buzzelli & Donnelly, 2010; Bell, Mulvey & Maeng, 2012; Clough & Olson, 2012; Lederman, 1999; McDonald, 2010; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004).

2.3.1. Concepções sobre ciência: perspetivas e definições

Em vários estudos que focam a natureza da ciência, o termo “concepções” tem sido usado indiscriminadamente a par de outros tais como “visões”, “crenças”, “imagens” e “ideias sobre ciência” (e.g., Driver et al., 1996; Lederman, 2007; Osborne et al., 2003; Vázquez & Manassero, 2007). De facto, até agora não tem existido consenso na comunidade científica, quer sobre os termos usados, quer sobre os constructos que pretendem representar, afetando tanto as decisões sobre o que ensinar, relativamente à componente metacientífica, como os quadros teóricos subjacentes à investigação nesta área (e.g., Abd-El-Khalick, 2012; Allchin, 2011; Irzik & Nola, 2011; Matthews, 2012a). Convém, por isso, clarificar o que se entende na presente investigação por “concepções sobre ciência” e qual o seu significado nos textos e contextos em estudo. O uso do termo *conceção* remete para o aspeto cognitivo, tal

como defende Giere (1988) quando aborda uma vertente da ciência, entre a teoria e a prática científica, em particular a construção de modelos e a sua influência no desenvolvimento do conhecimento científico. Neste sentido, partilha-se a ideia de Santos (1991) em relação ao significado de conceptualização:

A conceptualização, processo complexo, é uma das mais importantes formas de conhecimento. A formação de conceitos inclui o reconhecimento e a distinção de atributos que especificam o conceito e, sobretudo, o reconhecimento das relações entre esses atributos. [...] Numa perspetiva construtivista os conceitos são considerados, não como invariantes universais que se atingem, ou não atingem, mas como formas de organizar e dar significado às experiências pessoais – etapas de um desenvolvimento conceptual contínuo e ativo. São, ao mesmo tempo, como que o processo e o produto de uma atividade de construção mental da realidade. (pp. 115-116)

Na presente investigação, a conceptualização de ciência que se adota é a que decorre da teorização de Ziman (1984, 2000), associada à especificação dos valores epistémicos internos à ciência (McMullin, 1982), tal como foi sucintamente apresentada na Figura 2.3. Assim, a frase “conceções sobre ciência” foi usada com o significado de identificar os aspetos que os participantes na investigação associavam à ideia de ciência, a partir das suas experiências e conhecimentos anteriores, e de apreciar o desenvolvimento dessas ideias no sentido da aquisição de uma conceção multidisciplinar e abrangente de ciência. Contudo, também se tiveram em conta os diversos elementos/aspetos que são englobados sob a designação “natureza da ciência” pelos investigadores e educadores já referidos, para clarificar a especificação dos conhecimentos e capacidades associados às dimensões metacientíficas, a terminologia e as opções metodológicas que orientaram a apreciação sobre a metaciência e a sua abordagem no ensino das ciências, utilizadas nas várias etapas da investigação³⁴.

É de realçar que, a partir dos anos 90, emergiu um certo consenso em torno da definição de natureza da ciência que Lederman (1992) “operacionalizou” a partir de uma revisão da literatura baseada nos estudos de vários autores. Para Lederman (1992) a natureza da ciência refere-se à epistemologia da ciência, à ciência como uma forma de conhecimento humano, ou seja, aos valores e pressupostos inerentes ao desenvolvimento do conhecimento

³⁴ Na identificação das conceções dos estudantes envolvidos nas duas fases da investigação, na análise da presença de perspetivas metacientíficas nos programas das unidades curriculares de cariz científico integrantes dos planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica das Escolas Superiores participantes na presente investigação e, ainda, do texto subjacente ao plano de formação para o ensino da metaciência (estudo de caso).

científico. Esta “definição” originou inúmeros estudos focando um conjunto de aspetos relacionados com a natureza da ciência (e.g., McComas, Clough & Almazroa, 1998) que têm vindo a ser utilizados por diferentes autores de vários países em estudos curriculares (e.g., McComas & Olson, 1998), em diversos contextos de ensino e de aprendizagem (e.g., Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick & Bell, 2001; McComas, 1998a; McDonald, 2010; Yacoubian & BouJaoud, 2010) e na avaliação das concepções de professores e alunos. Neste caso, a maioria dos estudos apreciaram as concepções através da construção, adaptação e aplicação de instrumentos específicos (e.g., Abd-El-Khalick & BouJaoude, 2003; Aikenhead & Ryan, 1992; Canavaro, 1996; Chen, 2006; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002; Vázquez, Manassero & Acevedo, 2006).

Num desses estudos, McComas, Clough e Almazroa (1998) propuseram uma definição de natureza da ciência (evidenciando quatro dimensões metacientíficas) como sendo uma expressão “usada para descrever a interseção de assuntos relacionados com a filosofia, história, sociologia e psicologia da ciência no modo como se aplicam e potencialmente influenciam o ensino e aprendizagem da ciência” (p. 5), realçando a importância deste domínio do conhecimento “para guiar os educadores de ciência na representação cuidada da ciência aos alunos” (*ibid.*). Na mesma linha, Lederman e colaboradores (2002) apresentaram alguns elementos básicos, relacionados com aspetos diversos ligados à epistemologia e à sociologia da ciência, que consideraram essenciais para ensinar a metaciência em vários níveis de escolaridade. Estes autores realçaram, por exemplo, a existência de mitos no ensino das ciências, como é o caso da crença na existência de um método algorítmico, geral e universalmente aplicado pelos cientistas – o método científico – originando a acumulação de evidências obtidas por observação e experimentação que vão constituir o corpo de conhecimentos da ciência (leis e teorias), transmitindo, por isso, uma visão positivista de ciência que urgia modificar.

Um dos estudos, frequentemente referido na literatura, que procurou contribuir para clarificar o debate em relação ao que deve ser ensinado sobre ciência nas escolas foi conduzido por Osborne e colaboradores (2003), visando determinar empiricamente a extensão do consenso dentro de uma comunidade de diversos especialistas sobre os aspetos a abranger numa concepção “simplificada” de ciência. No estudo, usando o método Delphi, foi aplicado um questionário em três fases a 23 reconhecidos especialistas internacionais pertencentes a comunidades de educadores, cientistas, historiadores, filósofos e sociólogos da ciência, especialistas envolvidos no trabalho para melhorar a compreensão pública da

ciência e professores de ciências. O resultado da análise traduziu-se no consenso sobre um conjunto de nove temas englobando ideias-chave sobre a natureza da ciência e que foram consideradas como uma componente essencial do currículo de ciências: “métodos científicos e testagem crítica, criatividade, desenvolvimento histórico do conhecimento científico, questionamento em ciência, diversidade do pensamento científico, análise e interpretação dos dados, certeza em ciência, hipóteses e previsões, cooperação e colaboração” (pp. 705-706). Os autores consideram que os resultados obtidos sugerem “que a tentativa de delinear um currículo com o requisito de promover um ensino separado de componentes da natureza da ciência pode constituir um erro” (p. 715) e que esta componente talvez seja melhor abordada, através de estudos de caso bem selecionados, de natureza histórica ou contemporânea, explicitamente em situações de discussão e reflexão sobre a ciência e a sua natureza, emergindo naturalmente do processo de investigação experimental que deve ser uma atividade habitual nas aulas de ciências.

Outros investigadores, como por exemplo, Vázquez e colaboradores (2008) também procuraram o estabelecimento de acordos sobre os aspetos da natureza da ciência adequados à exploração do assunto em sala de aula. Os autores conduziram um estudo empírico sobre questões da natureza da ciência, correspondentes à epistemologia da ciência e às definições de ciência e tecnologia e das relações entre ambas, visando atingir consensos, por parte de um painel de 16 peritos, quanto a aspetos da natureza da ciência considerados adequados e inadequados para serem explorados na educação científica. Os autores afirmam que os resultados apontam para a possibilidade de estabelecer consensos embora só tenham sido obtidos na quarta parte das afirmações em questão.

Tomando em consideração diversos estudos, as perspectivas referidas e as questões em debate, mais recentemente Lederman (2007) propôs sete aspetos-chave sobre a natureza da ciência:

O conhecimento científico é contingente (sujeito à mudança), tem base empírica (baseado em e/ou derivado de observações do mundo natural), é subjetivo (envolve a experiência e as tendências pessoais e baseia-se na teoria), envolve necessariamente a inferência, a imaginação e a criatividade humanas (refere-se à invenção de explicações) e é social e culturalmente integrado. Dois aspetos adicionais importantes são a distinção entre as observações e as inferências, as funções de e as relações entre teorias e leis científicas. (p. 833)

Uma das questões em debate, entre alguns educadores que adotaram estes sete aspetos ou elementos da natureza da ciência, é a inclusão do *inquiry* (inquérito científico) neste âmbito. Segundo Hodson (2014) isto pode parecer estranho, dado que “muito do nosso conhecimento científico e, por conseguinte, o seu estatuto, validade e confiabilidade, está intimamente ligado com o desenho, realização e comunicação de investigações científicas” (p. 911). Além disso, as atividades de aprendizagem sobre a natureza da ciência incluem, com frequência, investigações experimentais e outras atividades de análise e interpretação de dados empíricos. Para Hodson (2011) a definição de natureza da ciência engloba as características do inquérito científico.

Com base em alguns documentos internacionais de referência (AAAS, 1993; NRC, 1996, 2012) pode dizer-se que, em geral, o inquérito científico envolve atividades de ciência, ciclicamente, tais como formulação de hipóteses, recolha e análise de dados e tirar conclusões. Esta conceção generalizada é entendida por muitos autores (e.g., Abd-El-Khalick, 2012) como refletindo aspetos do ensino e da aprendizagem da natureza da ciência, mas permanece a discussão sobre a distinção do *inquiry* como um meio ou uma finalidade do ensino/aprendizagem das ciências. O modo de operacionalizar esta conceção tem originado diferentes caracterizações de *inquiry* como, por exemplo, "método científico", "processos científicos", "abordagem experimental", entre outros, conforme relatam diversos autores (e.g., Abd-El-Khalick et al, 2004; Bell, Mulvey & Maeng, 2012; Grandy & Duschl, 2007).

Apesar de Lederman (2007) aconselhar a distinção entre a natureza da ciência e o inquérito científico, defendendo o uso da frase *natureza do conhecimento científico* em vez de natureza da ciência para evitar a amálgama de conceções, verifica-se que o quadro teórico proposto por Lederman (2007) tem sido contestado por outros autores. Por exemplo, para Grandy e Duschl (2007), a interpretação de Lederman sobre o “inquérito científico” incide principalmente sobre os processos cognitivos utilizados para o raciocínio sobre temas de ciência, podendo “simplificar consideravelmente a natureza da observação e da teoria e ignorar quase totalmente o papel dos modelos na estrutura conceptual da ciência”. (p. 144).

Nesta linha de pensamento, Duschl e Grandy (2013) apontam a existência de duas versões em debate. De um lado (Versão 1), está a posição de Lederman e colaboradores (2002) e de McComas e Olson (1998), entre outros (também designada por visão consensual), em defesa de “uma avaliação da natureza da ciência utilizando aspetos consensuais e ensinada através de referências explícitas a um conjunto de princípios

heurísticos que os filósofos e historiadores da ciência” (p. 2111) como, por exemplo, Lakatos (1999) e Laudan (1984), usam para caracterizar a ciência como uma forma de conhecimento. Do outro lado do debate (Versão 2), está a posição que Duschl e Grandy (2013) defendem, em “que tanto a ciência como o ensino das ciências devem ser conceptualizados em termos das práticas cognitivas epistemológicas e sociais” (p. 2112), como propõe Giere (1988), e nos contextos materiais e tecnológicos que caracterizam a construção da ciência, aspectos claramente evidenciados por Ziman (1984, 2000).

A Versão 2 aproxima-se de uma visão “naturalizada da filosofia da ciência” e defende que os alunos participem em práticas científicas durante semanas ou meses, “focando a atenção dos alunos na construção de modelos e em práticas para refinarem os dados obtidos através da medição, observação, argumentando a partir de evidências e elaborando explicações que são parte do crescimento do conhecimento científico” (Duschl & Grandy, 2013, p. 2112), desde que tal ocorra em contextos adequados à faixa etária dos alunos.

Outros autores (e.g., Allchin, 2011; Irzik & Nola, 2011; Matthews, 2102a) têm vindo a apresentar perspectivas que se afastam da visão consensual, quer sobre o ensino/aprendizagem, quer sobre a avaliação relacionada com a natureza da ciência. Allchin (2011), por exemplo, defende uma avaliação da natureza da ciência, ao nível do ensino/aprendizagem, em todas as suas dimensões (*whole science*). Para Allchin (2011) esta abordagem centra-se no aspeto *funcional* sobre a natureza da ciência – “compreensão funcional da prática científica e sua relevância para a tomada de decisões” (p. 519) – e atribui um significado central à análise da fiabilidade ou credibilidade que, segundo o autor, raramente aparece na compreensão sobre o modo como a ciência funciona. O autor chama a atenção para a ausência quase generalizada de itens incidindo na interação social dos cientistas, em particular no sistema de testagem e ponderação dos seus resultados através da crítica mútua e acrescenta que “as listas também ignoram o papel do financiamento, motivações, revisão por pares, enviesamentos cognitivos, fraude e validação de novos métodos” (p. 524). De realçar que estes princípios são importantes e necessários para um entendimento mais abrangente das várias dimensões envolvidas na construção do conhecimento científico, como defende Ziman (1984, 2000).

Porém, as propostas de Allchin (2011) suscitam algumas críticas. Por exemplo, Schwartz, Lederman e Abd-El-Khalick (2012) consideram que os itens propostos por aquele autor, para avaliar a natureza da *whole science*, estão mais alinhados com a natureza do inquérito científico, descrevendo a natureza da ciência como capacidades (*skills*) por

oposição ao conhecimento em que os autores “incluem a compreensão conceptual internalizada em comparação com a repetição mecânica de informações” (p. 685-686). Embora concordem que a compreensão funcional da natureza da ciência é importante, Schwartz, Lederman e Abd-El-Khalick (2012) consideram que a opção de Allchin minimiza a importância da compreensão dos conceitos e das inter-relações entre eles, em oposição às orientações do NRC (1996, 2012) e dos *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993) que descrevem a natureza da ciência como conhecimento.

Numa outra linha de argumentação sobre a natureza da ciência, Irzik e Nola (2011), embora não coloquem objeções à lista de elementos adotada pelos defensores da visão consensual, defendem que, para compreender a natureza da ciência, é pouco útil partir de uma lista de elementos que estabelecem as condições necessárias e suficientes para uma prática ser considerada científica, porque restringe a visão da ciência contemporânea. Dado que, até agora, todas as tentativas de filósofos, historiadores, sociólogos da ciência e dos teóricos da educação científica para definir rigorosamente o que é ciência falharam, Irzik e Nola (2011) consideram que “o desafio consiste em como fazer justiça à riqueza da ciência, ao seu caráter dinâmico e à variedade de disciplinas científicas” (p. 592), visando uma maior explicitação das características do conhecimento científico e das metodologias de investigação. Em resposta a este desafio e com base na terminologia de Wittgenstein, os autores propõem um conjunto de características semelhantes para a abordagem da natureza da ciência, designada por *family resemblance*, que aproximam os diferentes empreendimentos designados por científicos. Esta perspectiva, em desenvolvimento, tem alimentado alguns estudos recentes, como o de Erduran & Dagher (2014).

No quadro destes debates, Matthews (2012a), num trabalho recente, recomenda uma mudança de terminologia e do foco da investigação do conjunto de elementos que habitualmente se reportam à natureza da ciência para “um conjunto de aspetos mais flexível, heterogéneo e contextualizado que designou por aspetos da ciência (*features of science, FOS*)” de forma “a evitar armadilhas filosóficas e educacionais que têm sido associadas a um grande número de investigações recentes sobre a natureza da ciência” (p. 4). O autor dá como exemplo o facto de em alguns estudos se privilegiar uns aspetos em detrimento de outros e se “presumir que a aprendizagem sobre a ciência pode ser apreciada apenas em função da capacidade dos estudantes para identificarem um determinado número de afirmações declarativas sobre a natureza da ciência” (*ibid.*).

Segundo Abd-El-Khalick (2012), algumas questões em discussão centram-se em rever, ou não, as interpretações sobre a natureza da ciência em resposta aos “contínuos debates entre historiadores, filósofos e sociólogos da ciência que são invocadas para minar o atual consenso amplamente aceite [visão consensual], baseado nos aspetos gerais de abordagem da natureza da ciência” (p. 353). Este autor, num artigo em que examina as duradouras discussões e as questões centrais da investigação sobre a natureza da ciência, reafirma a defesa da visão consensual e apresenta uma lista de dez elementos que a devem integrar: os aspetos empírico, inferencial, criativo, de base teórica e contingente da ciência e, ainda, o mito do método científico, a noção de teoria e de lei científica, as dimensões sociais da ciência e a sua integração na cultura e na sociedade.

Não se pretende alongar a discussão sobre os contornos dos debates em torno das diferentes perspectivas referidas. Porém, fazendo justiça ao contributo do longo trabalho desenvolvido por todos os investigadores que, tal como Lederman (2007), têm estudado as múltiplas facetas da natureza da ciência (mesmo quando focando, apenas, os sete elementos da visão consensual), refere-se aqui uma preocupação manifestada recentemente por Lederman e Lederman (2014). Estes autores reforçam a importância que o estudo e a investigação sobre a natureza da ciência tiveram para desenvolver o ensino desta componente nas aulas de ciências, em vários níveis de escolaridade, e na formação de professores. Contudo, exprimem as suas dúvidas sobre a influência menos positiva que a proliferação dos debates, visando a reformulação de uma definição da natureza da ciência, poderá ter do ponto de vista pedagógico e criticam, em particular, a ausência explícita de referências à natureza da ciência no documento *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013). A este respeito, Lederman e Lederman (2014) afirmam que, aparentemente, “os autores do NGSS [*Next Generation Science Standards*] assumem que os alunos irão compreender a natureza da ciência por se envolverem em práticas de ciência e no estudo de conceitos transversais. A pesquisa existente diz-nos o oposto” (p. 237).

Uma resposta parcial à preocupação expressa por aqueles autores pode ser a recente reformulação de McComas (2014) à sua definição anterior, representando os elementos básicos da natureza da ciência frequentemente recomendados no ensino das ciências (K-12) e contemplando as orientações mais recentes do *National Research Council* (NRC, 2012). Tal como mostra o esquema da Figura 2.4, McComas (2014) considera fundamentais três áreas (inscritas nos círculos) interrelacionadas: o “Conhecimento científico em si mesmo”, as “Ferramentas e produtos da ciência” e os “Elementos ‘humanos’ da ciência” (p. 2004).

Alguns dos elementos descritos em cada área são comuns à visão consensual e aplicados em inúmeros estudos a nível mundial. Por exemplo, em relação aos elementos do conhecimento científico, McComas (2014) também realça o carácter contingente da ciência, mas vai mais longe quando refere os limites da ciência e considera a distinção entre tecnologia e engenharia. Esta perspetiva do autor deve-se ao relevo atribuído à engenharia nas orientações do *National Research Council* e à relevância que a tecnologia e a engenharia assumem na sociedade atual (por ex., a bioengenharia), sendo, provavelmente, as áreas que têm maior visibilidade pública.

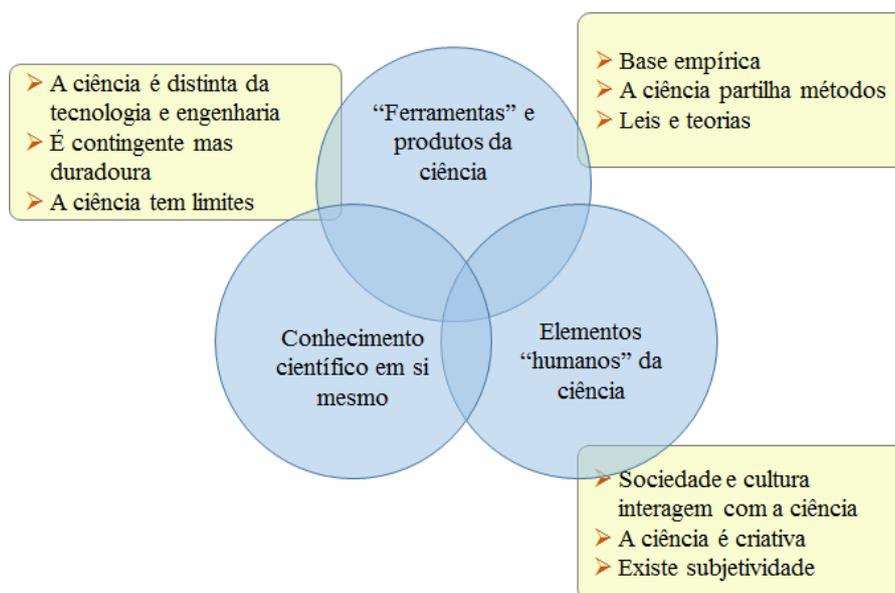


Figura 2.4. Representação de alguns elementos básicos da natureza da ciência, frequentemente recomendados para abordar na educação científica (McComas, 2014, adaptado de McComas, 2008).

Em suma, perante as posições e visões referidas, é notório que o debate sobre os aspetos da natureza da ciência a incluir no ensino e na aprendizagem das ciências (e nos estudos sobre as suas múltiplas facetas) continua em desenvolvimento, aspeto que interessa particularmente à presente investigação. O facto da “definição” de natureza da ciência e dos diferentes modos como tem sido operacionalizada e aplicada em diversos estudos, ser discutida em termos de uma maior abrangência, englobando a adoção de um número mais amplo e diverso de aspetos de natureza filosófica, histórica, psicológica e sociológica sobre o empreendimento científico, parece dar coerência e consistência à adoção do modelo de construção da ciência de Ziman (1984, 2000), subjacente à conceptualização sobre ciência utilizada na presente investigação.

No que diz respeito à diversidade de designações apontadas pelos diferentes autores, em geral, optou-se por utilizar a frase “natureza da ciência”, quando se referem os estudos que a adotam. Para além disso, também se utilizam as denominações, “concepções sobre ciência” quando se referem as ideias de alunos e professores e “dimensões de construção da ciência”, por referência à conceptualização de Ziman (1984). No decurso das várias etapas da investigação serão usadas, preferencialmente, as designações de metaciência e de dimensões metacientíficas porque se consideram mais próximas dos aspetos gerais e específicos em estudo, relativos à abordagem da metaciência. Neste contexto, a metaciência tem o significado de teoria da ciência, “uma Ciência entendida a um nível superior” como afirma Gonçalves (1997, p. 149), estudada por várias disciplinas metacientíficas (filosofia, sociologia, história, economia e psicologia, entre outras) que visam compreender a ciência, como um empreendimento humano, nas várias dimensões da sua construção, como Ziman (1984, 2000) e outros autores atrás mencionados referem.

2.3.2. A metaciência nos currículos

Ajudar os alunos a adquirirem alguma compreensão sobre ciência é uma finalidade presente nos currículos de ciências em todo o mundo, embora essa intenção tenha diferentes interpretações na prática, como se referiu anteriormente. Apesar de considerar esta intenção como um desafio formidável, Jenkins (2013), a partir de uma reflexão sobre a mudança do estatuto da ciência ao longo do tempo e sobre as alterações curriculares que têm vindo a ocorrer nos Estados Unidos da América e no Reino Unido, em particular, interroga-se sobre a necessidade de abrir algum espaço no currículo de ciências para “acomodar aquilo que ainda *não* se conhece sobre alguns aspetos do mundo natural e, assim, encorajar os alunos a explorar por que é que isso acontece e como é que o progresso está a ser procurado” (p. 148).

Estudos internacionais sobre a presença da natureza da ciência nos currículos (e.g., BouJaoude & Santourian, 2012; McComas, 2014; McComas & Olson, 1998) são ilustrativos das tendências observadas em alguns países. BouJaoude e Santourian (2012), no âmbito de uma análise global sobre o estatuto da natureza da ciência na educação em ciências no Líbano, referem um estudo realizado em 2002 por BouJaoude sobre o currículo libanês em que a presença da natureza da ciência foi pesquisada em duas perspetivas: o carácter investigativo da ciência e a ciência como uma forma de adquirir conhecimento. Os resultados deste estudo mostraram que o currículo de ciências libanês focava, especialmente ao nível dos objetivos e das atividades de aprendizagem, quase inteiramente os aspetos relativos ao

caráter investigativo da ciência, mas negligenciava os aspetos relacionados com a ciência como uma forma de adquirir conhecimento, apesar de estes serem proeminentes no enunciado dos objetivos gerais do currículo. Os autores afirmam poder concluir-se que, dada a falta de atenção a esta vertente da natureza da ciência, “o currículo libanês não fornece uma representação abrangente da natureza da ciência e, assim, o currículo não tem o potencial de ajudar os alunos a desenvolver conceções adequadas sobre a natureza da ciência” (BouJaoude & Santourian, 2012, p. 111).

Num estudo mais amplo realizado por McComas e Olson (1998) nos anos 90 do século XX, os autores analisaram a presença da natureza da ciência em oito currículos de ciências (ensino secundário), nos Estados Unidos da América (EUA), Reino Unido, Austrália, Canadá e Nova Zelândia. A análise teve em consideração aspetos relativos à filosofia, história, sociologia e psicologia da ciência. Os resultados deste estudo, mostram que há consenso, nos diferentes currículos analisados, quanto à inclusão da natureza da ciência no ensino das ciências. Contudo, os currículos atribuíam um estatuto diferente às dimensões analisadas, evidenciando-se o maior estatuto atribuído à dimensão filosófica e, por ordem decrescente, às dimensões histórica, sociológica e psicológica. Neste mesmo estudo, os autores compararam detalhadamente os dois documentos mais influentes em termos das recomendações sobre a educação em ciência, total ou parcialmente adotadas pelos vários estados dos EUA: os padrões nacionais NSES (*National Science Education Standards*, NRC, 1996) e as orientações de referência para avaliação das aprendizagens, *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993). Os resultados obtidos revelaram que ambos os documentos continham recomendações detalhadas em relação ao ensino da natureza da ciência, em aspetos relativos às dimensões atrás referidas, para todos os níveis da escolaridade obrigatória (K-12).

Mais recentemente, e antecipando a adoção em diversos estados norte-americanos dos novos padrões para a educação em ciência, NGSS (2013), McComas e colaboradores (2012, cit. McComas, 2014) fizeram uma revisão ao conteúdo dos padrões de ensino das ciências em todos os estados norte-americanos, incluindo Washington D.C., partindo das referências relativas a 12 elementos da natureza da ciência encontradas nos textos analisados. De entre os resultados obtidos, destaca-se a conclusão dos autores segundo os quais os elementos da natureza da ciência “mais prováveis de serem encontrados nos diversos graus de ensino (12) são o aspeto empírico da ciência, o papel da cooperação entre os cientistas, a distinção entre observação e inferência, e a distinção entre ciência e tecnologia” (p. 2001). Um outro dado

a realçar é o facto de muitos estados incluírem nos seus padrões aspetos relativos a todos os elementos da natureza da ciência considerados no estudo e fazerem-no ao longo de todos os níveis de escolaridade. Esta estratégia de abordar os aspetos metacientíficos desde os primeiros anos de escolaridade e de voltar a abordar os mesmos aspetos em níveis progressivamente mais complexos, nos graus de ensino subsequentes, é vista como muito adequada por McComas (2014) que considera

o estudo da natureza da ciência é tão essencial para uma compreensão do empreendimento científico que incluir alguns elementos apenas num dado grau de ensino ou apenas em um determinado momento no currículo de ciências reduziria a probabilidade dos alunos entenderem o conceito e apreciarem o seu significado. (p. 2003)

Esta ideia é pertinente para a presente investigação que tem como um dos objetivos estudar em que medida se faz a abordagem da metaciência na Licenciatura em Educação Básica, 1º ciclo de formação dos futuros professores portugueses para os primeiros anos de escolaridade. Contudo, admite-se como provável que os futuros professores terão oportunidade de voltar a abordar, nos segundos ciclos de estudos (mestrados em ensino), aspetos relacionados com os conhecimentos e capacidades metacientíficos, quer em outras unidades curriculares (de cariz didático ou científico), quer na prática pedagógica.

Na revisão da literatura realizada a partir de estudos sobre o currículo em Portugal, não se encontraram estudos sobre a presença da metaciência que abarcassem todo o currículo nacional. Contudo, alguns estudos (Alves & Morais, 2012; Calado & Neves, 2012; Ferreira & Morais, 2010) que analisaram o processo de construção da ciência, recorrendo ao modelo de Ziman (1984), focaram o currículo de Ciências Naturais do 3.º ciclo do ensino básico, em diferentes temáticas. Em geral, os resultados destes estudos revelaram que, embora as quatro dimensões de construção da ciência preconizadas por Ziman estejam todas representadas no conjunto dos documentos curriculares analisados (*Competências Essenciais e Orientações Curriculares*), o seu estatuto é diferenciado. Verificou-se que os documentos privilegiavam a dimensão sociológica da ciência na sua vertente externa e atribuíam um menor estatuto às dimensões filosófica, sociológica interna e histórica (por ordem decrescente). Quanto às características da personalidade e aos comportamentos dos cientistas na construção da ciência (dimensão psicológica), foram quase ignorados neste currículo. Estes estudos também evidenciaram um baixo nível de conceptualização e uma fraca explicitação dos conhecimentos e capacidades associados a cada uma das dimensões metacientíficas.

2.3.3. Concepções sobre ciência no ensino e na aprendizagem

Uma vez que a natureza da ciência se tornou um objetivo do currículo escolar, as visões ou ideias confusas e imprecisas sobre ciência que os alunos detêm podem ser, em parte, agravadas pelo ensino formal, em particular quando se reconhece que algumas mensagens transmitidas pelos professores (em consequência da sua própria formação científica) traduzem, muitas vezes, uma visão distorcida ou simplificada sobre a natureza do trabalho científico (e.g., Afonso, 2008; Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Hodson, 1998; McComas, 1996; Vázquez & Manassero, 2007). Nesta situação, considera-se essencial intervir ao nível do ensino e da formação de modo a promover a compreensão das características da ciência como uma forma de adquirir conhecimento, contribuindo para modificar algumas ideias feitas ou mitos, sobre a construção do conhecimento científico e a atividade dos cientistas, que muitos professores e alunos manifestam.

Segundo Hodson (1988), McComas (1996), Lederman (2007) e Vázquez e Manassero (2007), entre outros, no ensino das ciências, continuam a persistir as ideias de que o conhecimento científico é objetivo e seguro, ou seja, é um saber correspondente aos factos reais, independente dos cientistas. Estes limitam-se a descobrir esses factos através do uso de um método algorítmico, geral e universalmente aplicado (método científico), acumulando evidências obtidas por observação e experimentação que vão constituir o corpo de conhecimentos da ciência, onde os factos conduzem às ideias organizadas em leis e teorias científicas. Para os referidos autores, estes mitos, de há muito associados aos currículos e manuais de ciências da escolaridade básica, continuam a persistir nos discursos e práticas dos professores. Vázquez e Manassero (2007) caracterizam esta situação da seguinte forma:

A consequência mais notável desta orientação positivista abusiva é a exclusão, implícita e explícita, de outros valores incompatíveis com ela (fatores sociais, culturais ou afetivos), tidos como impróprios ou acientíficos por se oporem à objetividade da ciência, ainda que sejam didaticamente valiosos. Contudo, as análises e as críticas filosóficas, sociológicas e históricas, sobre o positivismo lógico enfatizaram a presença dos aspetos afetivos, atitudinais e emocionais, entre outros, na construção do conhecimento científico. (p. 417)

Grandy e Duschl (2007) e Kosso (2009), por exemplo, analisaram descrições do método científico em manuais comuns e constataram que a maneira como este é retratado, sempre de uma forma cíclica, impede a compreensão das relações que se estabelecem entre as teorias, a coerência e a consistência das interpretações ligadas às teorias e a necessidade

das escolhas que os cientistas têm de fazer, de acordo com os conhecimentos que possuem e as contingências da investigação. Para Kosso (2009), nos manuais,

há sempre uma breve introdução ao método científico ou a práticas ou processos, mas habitualmente não passa de uma lista de componentes. O que falta é dar conta do modo como essas peças encaixam, como é que as práticas e os modelos usados pelos cientistas funcionam em conjunto como um método coerente. É deixada de lado a gramática da literacia científica. (p. 33)

Em Portugal, Santos (1998, 2005a), em resultado de estudos realizados sobre os discursos presentes em manuais escolares e num contexto interdisciplinar de formação de professores, com um enfoque didático na abordagem CTS, também identificou diversos mitos e estereótipos associados ao aprender sobre ciência. Para a autora, a maior parte desses mitos e estereótipos, de entre os quais destaca os abaixo transcritos, tende a dificultar visões interacionistas de tipo CTS (Santos, 2005a):

A ‘chave mestra’ para abrir as portas à descoberta científica é o ‘método científico’ – um método algorítmico, geral, perene e universal; a ciência, identificada com experimentação, é encarada como mera constatação ou verificação; na ciência, os factos são ‘dados’ (oferta gratuita da natureza) e caminha-se, sistematicamente, dos factos para as ideias; o conhecimento científico é ‘o’ nosso modo de conhecer o mundo e a observação científica é ‘o’ nosso modo de o olhar; de evidências cuidadosamente acumuladas resulta um conhecimento objetivo, um conhecimento seguro; a história da ciência é ‘feita’, isoladamente, por sábios geniais e ‘exemplares’; a história da ciência é transparente, sequencial, linear e de tipo anedótico; o objeto de estudo das ciências naturais é um substrato objetivo, independente das produções humanas – a natureza. (p. 24)

Na vasta literatura resultante de inúmeros estudos que possuem como objetivo identificar, analisar e, nalguns casos, procurar desenvolver e fazer evoluir as concepções sobre ciência de estudantes e de professores de ciências, destaca-se uma extensa revisão de meio século de estudos realizada por Lederman (1992). Nesse trabalho, o autor agrupou as pesquisas analisadas em quatro vastas áreas: (1) avaliação das concepções sobre a ciência e a sua natureza de alunos de vários níveis de escolaridade; (2) desenvolvimento, aplicação e avaliação de currículos e programas destinados a “melhorarem” as concepções dos alunos; (3) avaliação e tentativas de “melhoria” das concepções dos professores sobre a ciência e a sua natureza; e (4) identificação das relações entre as concepções dos professores, as suas práticas pedagógicas e as concepções dos alunos. De realçar que Lederman (1992) evidenciou o facto de a maioria dos estudos ter obtido resultados consistentes (a maior parte dos

participantes possuía concepções ingênuas sobre ciência), apesar de usarem diferentes instrumentos de recolha e análise de dados.

Relativamente a este assunto, McDonald (2008) refere que muitos dos primeiros estudos conduzidos na área das concepções sobre ciência não abordavam o papel dos professores nas práticas letivas porque assumiam que as concepções dos professores tinham pouco ou nenhum efeito no desenvolvimento curricular. Tal como Gil-Pérez e colaboradores (2001) afirmam, parecia lógico pensar que os professores de ciências, designadamente os que tiveram formação específica em disciplinas como a Biologia, Física, Química e Geologia, possuíssem uma concepção adequada de ciência e da construção do conhecimento científico e fossem capazes de ensinar essa concepção nas aulas de ciências. Porém, os resultados obtidos em numerosos estudos, realizados a partir dos anos 80, para testarem este pressuposto, como por exemplo os de Abd-El-Khalick e BouJaoude (1997), Abell e Smith (1994), Barholomew, Osborne e Ratcliffe (2004) e Lederman (1999), revelaram que tal não acontece: os professores continuam a possuir concepções de ciência ingênuas ou fragmentadas e as tentativas para fazer evoluir essas concepções tiveram um sucesso limitado. Abell e Smith (1994), por exemplo, realizaram um estudo numa disciplina de metodologia de ensino das ciências, integrada num curso de formação inicial de professores do ensino primário com o objetivo de fazer evoluir a compreensão das concepções de ciência dos estudantes. Os resultados obtidos a partir da análise das respostas de 140 estudantes a um questionário de perguntas abertas sobre o que é a ciência, aplicado no início da referida disciplina, revelaram que a maioria dos estudantes possuía concepções positivistas (empiristas) acerca da natureza do trabalho científico e colocava uma reduzida ênfase nas dimensões sociais e criativas da natureza da ciência. Os resultados da análise baseada em outros estudos e, principalmente, nas afirmações do documento *Science for All Americans* (AAAS, 1989) levaram Abell e Smith (1994) a afirmar que os estudantes não poderiam ser considerados como cientificamente literatos à luz dos critérios usados.

Numa revisão mais recente da literatura sobre as concepções de ciência dos professores de ciências, Lederman (2007) sugere que os resultados da investigação podem sintetizar-se do seguinte modo:

- (a) os professores de ciências não possuem concepções adequadas de ciência independentemente dos instrumentos usados para as avaliarem;
- (b) as técnicas para promoverem as concepções dos professores só tiveram algum sucesso quando incluíram aspetos da dimensão histórica da ciência ou o ensino direto e explícito da

natureza da ciência; (c) as diferenças na formação acadêmica anterior dos professores não revelam estar relacionadas, de uma forma significativa, com as concepções de ciência que exibem. (p. 852)

2.3.3.1. Identificação das concepções sobre ciência

A apreciação sobre o desenvolvimento das concepções sobre ciência de alunos e professores está intimamente ligada ao modo de as identificar e avaliar. Segundo Guerra-Ramos, Ryder e Leach (2010), por exemplo, as metodologias seguidas por muitos dos estudos destinados a apreciar as concepções dos professores não só refletem diferentes perspectivas sobre o que significa ter uma compreensão sobre a natureza da ciência, como têm sido desenvolvidos com base em variados métodos e instrumentos, tais como testes padronizados, entrevistas, estudos etnográficos e estudos de caso, entre outros. Para Guerra-Ramos, Ryder e Leach (2010), embora tenha havido um progresso na descrição do conteúdo das ideias dos professores, os estudos “forneceram uma descrição limitada da relevância pedagógica do nível de compreensão dos professores” (p. 283), evidenciando mais a falta de conhecimentos dos professores em vez do que eles já sabem e são capazes de fazer no contexto de ensino/aprendizagem. De acordo com os autores, os resultados assim obtidos não favorecem a decisão sobre as orientações destinadas a apoiar o desenvolvimento das concepções dos professores e a decidir sobre o que deve ser ensinado em contextos educativos específicos.

No conjunto dos estudos consultados sobre a apreciação ou avaliação das ideias sobre ciência, verificou-se que apesar de alguns terem utilizado instrumentos de natureza qualitativa, a maior parte dos estudos relatou o uso de instrumentos de natureza quantitativa, em particular, questionários.

No primeiro caso estão, por exemplo, o projeto desenvolvido por Driver e colaboradores (1996) em que as representações dos alunos sobre a natureza da ciência eram analisadas em entrevistas de sondagem (*probes*) no âmbito de uma dada tarefa e o estudo de Ryder, Leach e Driver (1999) baseado na realização de entrevistas em situações de aprendizagem que envolviam o *inquiry* para analisarem as ideias dos alunos.

Quanto ao segundo caso, ou seja, aos estudos que têm usado instrumentos de natureza quantitativa, dado o seu elevado número, apresentam-se aqui alguns aspetos mais relevantes evidenciados por autores que fizeram extensas revisões da literatura sobre este tipo de estudos. Por exemplo, Abd-El-Khalik e Lederman (2000) verificaram que a grande maioria

dos estudos usava instrumentos padronizados, do tipo papel e lápis, e com itens de resposta fechada, para avaliar as visões dos participantes sobre a natureza da ciência. A partir deste estudo, os autores identificaram duas limitações metodológicas relacionadas com o uso deste tipo de instrumentos. Uma, porque se partia do pressuposto que os participantes eram capazes de interpretar os itens de acordo com os objetivos dos autores dos instrumentos e, se tal não acontecesse, poderiam ocorrer inconsistências nas respostas dos participantes. Outra, porque os estudos apenas relatavam as classificações dos respondentes obtidas nos pré e/ou pós testes aplicados numa determinada situação, sem discutirem com profundidade o significado desses resultados e/ou dos ganhos na aprendizagem (Abd-El-Khalik & Lederman, 2000).

No mesmo sentido, Lederman, Bartos e Lederman (2014) fizeram uma recente revisão de um vasto conjunto de instrumentos de análise das conceções sobre ciência, quase todos com resposta de papel e lápis, utilizados desde meados dos anos 50. Em resultado desse estudo, os autores referem que a maioria dos instrumentos analisados aborda apenas alguns aspetos da natureza da ciência e, muitas vezes, inadequadamente, confundindo esta componente com outras áreas fora do âmbito da natureza da ciência, incluindo, por exemplo, aspetos relativos aos processos científicos e às atitudes em relação à ciência. Lederman, Bartos e Lederman (2014) apresentam como exemplos deste tipo de instrumentos o *Test of Enquiry Skills*, concebido por Fraser em 1980, e o instrumento *Language of Science* que Oggunniyi construiu em 1982. De entre os instrumentos considerados pelos autores como válidos, em função do que se propunham medir, destaca-se o *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) reformulado por Aikenhead e Ryan (1992) e adaptado, total ou parcialmente, a inúmeros públicos em diferentes países incluindo Portugal (e.g., Canavarro, 1996; Vieira & Martins, 2005). O VOSTS não fornecia pontuações. Em alternativa propunha aos respondentes que se posicionassem face a um conjunto de afirmações, representativas das seguintes dimensões de análise: compreensão da natureza do conhecimento científico, da tecnologia e das suas interações com a sociedade.

Em resultado de uma tentativa para melhorar alguns dos problemas que se colocavam na interpretação das afirmações e obviar a outras dificuldades que os instrumentos de resposta de “papel e lápis” colocavam, nomeadamente nos itens relativos ao carácter ensaístico da ciência, Lederman e O'Malley (1990) desenvolveram uma pesquisa conducente à elaboração de um questionário, com sete questões abertas, concebido para ser usado com um *follow-up* de entrevistas – *Views on Nature of Science Questionnaire* (VNOS). O VNOS

na sua primeira forma (A) foi posteriormente modificado e desenvolvido na forma B por Abd-El-Khalick, Bell e Lederman (1998) e teve outros desenvolvimentos originando novas versões deste instrumento apropriadas a professores, a alunos com diferentes idades e a diversos níveis de domínio da língua (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002).

Usando uma das formas deste questionário Abd-El-Khalick (2001) conduziu um estudo com futuros professores do ensino primário, antes de frequentarem uma disciplina de física, cujos efeitos seriam avaliados no final, em função das visões de natureza da ciência que possuíam. A versão do questionário incluía oito itens de resposta aberta: seis questões de carácter geral e duas ligadas ao contexto específico de tópicos da disciplina. A título de exemplo, apresentam-se duas dessas questões:

1. Na tua visão, o que é ciência? O que diferencia a ciência (ou uma disciplina científica) como a física, a biologia, etc. de outras disciplinas (e.g., religião, filosofia)?
6. Os livros de ciências muitas vezes representam o átomo como um núcleo central constituído de prótons (partículas carregadas positivamente) e neutrões (partículas neutras) com eletrões (partículas carregadas negativamente) em órbita à volta desse núcleo. Que grau de certeza têm os cientistas sobre a estrutura do átomo? Que evidências específicas pensas que os cientistas usaram para determinar o que é um átomo? (Appendix)

O autor procedeu a uma análise qualitativa e interpretativa em busca de padrões ou categorias de respostas. Os resultados revelaram que a visão predominante dos futuros professores considerava o conhecimento científico como verdadeiro, provado, incontestável e obtido através da observação dos fenómenos naturais na sequência do uso de um método científico universal. Isto significa que a visão ingénuo sobre ciência era predominante, tal como outros investigadores vinham a afirmar. (e.g., Driver et al., 1996; Hodson, 1998; McComas, 1996).

Ainda sobre o tipo de instrumentos e de procedimentos de análise utilizados na avaliação das conceções de alunos sobre a natureza da ciência, refere-se uma revisão da literatura realizada por Deng e colaboradores (2011), com base em 105 estudos empíricos. Estes autores, a partir da análise de 85 estudos que focavam uma visão multidimensional da ciência verificaram que apenas em 13% das investigações foram usados exclusivamente instrumentos de escala (tipo *Likert*) e em 61% os investigadores usaram instrumentos de resposta aberta. Na análise das respostas, os autores constataram que “em 15% dos estudos foi usada apenas uma análise estatística, em 55%, apenas se realizou uma análise de conteúdo

e os restantes 29% utilizaram ambos os procedimentos analíticos” (p. 972). À semelhança de outras investigações com idênticas finalidades (e.g., Acevedo, Vázquez, Manassero & Acevedo, 2002; Canavarro, 2000; Lederman, et al, 2002), nos estudos analisados por Deng e colaboradores (2011) os participantes foram classificados em grupos, de acordo com o nível de compreensão sobre ciência (normalmente em três níveis), em função dos elementos contemplados nos instrumentos de recolha de dados. Deng e colaboradores (2011) relatam que a maioria dos estudantes foi situada numa categoria cujas visões de ciência eram consideradas “mistas”.

De entre os estudos desenvolvidos em Portugal, destaca-se o estudo empírico de Canavarro (2000) que recorreu ao questionário *VOSTS* para apreciar as concepções de estudantes do primeiro ano à entrada do Ensino Superior. Canavarro (2000), procurou saber o que pensam sobre a ciência, a tecnologia, a ligação entre ambas e as relações que estabelecem com a sociedade um conjunto de estudantes acabados de ingressar no ensino superior (em licenciaturas da Universidade de Aveiro; das Faculdades de Letras, de Ciências e Tecnologia e de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra; e do Instituto Superior Bissaya Barreto). O investigador, autor da versão portuguesa do *VOSTS* (Canavarro, 1996), propôs uma classificação para as respostas a este questionário organizada em três categorias: (1) adequada, que expressa uma concepção apropriada de ciência; (2) aceitável, correspondente a uma escolha parcialmente legítima, mas não totalmente adequada; e (3) ingénua, traduzindo uma escolha inapropriada. Aplicando o questionário a uma amostra de 500 estudantes (distribuídos proporcionalmente por cada uma das instituições que frequentavam), o autor obteve resultados que indicam a predominância de concepções aceitáveis e adequadas relativamente às concepções ingénuas, levando-o a afirmar “que a maioria dos sujeitos da amostra demonstra alguma maturidade relativamente às concepções de ciência que referem, num quadro da relação desta com a tecnologia e com a sociedade” (Canavarro, 2000, p. 132). Estes resultados aproximam-se, pela positiva, dos relatados por Deng e colaboradores (2011) apesar destes autores se referirem a um conjunto de estudos envolvendo públicos diversos.

Em suma, os resultados da maioria dos estudos consultados, mesmo os que usaram diferentes instrumentos de análise, têm revelado a prevalência de concepções ingénuas ou mistas sobre ciência em alunos de diferentes níveis de escolaridade e nas visões dos professores em formação ou em exercício. Tal como Lederman, Bartos e Lederman (2014) reafirmam, independentemente das críticas à validade e fiabilidade dos instrumentos

utilizados ao longo de muitos anos na avaliação sobre as concepções de ciência, “os resultados obtidos mostram, consistentemente, que os alunos e os professores possuem falta de compreensão sobre a natureza da ciência” (p. 979).

Estes aspetos são de particular interesse para a presente investigação, dado ter-se optado por construir um questionário de raiz para identificar e analisar as concepções sobre ciência de estudantes, a frequentarem a Licenciatura em Ensino Básico em Escolas Superiores de Educação portuguesas, a partir de um modelo concebido em torno de quatro categorias (perfis conceptuais).

2.3.3.2. Abordagens no ensino/aprendizagem da metaciência

Os diferentes tipos de estudos focando o ensino sobre a natureza da ciência, em particular os que usam um quadro conceptual multidimensional, ainda que essas dimensões sejam tratadas de forma mais ou menos independente (e.g., Deng et al., 2011; Lederman, 2007), evidenciam perspectivas de abordagem suscetíveis de conduzirem a resultados promissores na aprendizagem da metaciência. Discutem-se brevemente dois tipos de abordagem, a implícita e a explícita, que têm sido objeto de várias investigações.

As abordagens implícitas de aspetos relativos à metaciência assentam na ideia que a compreensão sobre a natureza da ciência decorre do envolvimento dos alunos em atividades investigativas (*inquiry*), ou seja, aprende-se fazendo, através da aprendizagem dos processos científicos e dos conteúdos da disciplina (e.g., Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz, Lederman & Thompson, 2001). Quanto às abordagens explícitas, utilizam elementos da história e da filosofia da ciência e/ou uma instrução focando os vários aspetos da natureza da ciência para melhorar as concepções dos participantes na formação (e.g., Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Duschl, 2000).

Como defendem Khishfe e Abd-El-Khalick (2002), entre outros autores, as abordagens implícitas no ensino da natureza da ciência, que tomam em consideração o envolvimento dos alunos em atividades investigativas (*inquiry*), podem facilitar a compreensão das concepções sobre ciência. Contudo, Abd-El-Khalick e Lederman (2000), ao procederem a uma análise detalhada dos resultados presentes na literatura, acerca dos efeitos das abordagens implícitas na evolução das concepções sobre ciência, relataram algumas discrepâncias na interpretação dos resultados de alguns desses estudos. Por exemplo, em estudos de natureza quantitativa, com professores do 1.º ciclo que frequentavam disciplinas

de metodologia, no âmbito da formação inicial, os resultados indicavam ganhos na evolução das concepções sobre ciência, mas esses ganhos eram pouco significativos e, em alguns casos, enfermavam de erros de análise estatística.

De acordo com Duschl (2000), as abordagens explícitas, nesta área, consideram que a compreensão da concepção sobre ciência corresponde a aprendizagens cognitivas e, como tal, o objetivo de fazer evoluir essas concepções deve ser planejado intencionalmente e posto em prática, nas salas de aula, como uma componente central da aprendizagem e não de uma forma subsidiária característica das abordagens implícitas. Lederman (2007), por exemplo, considera que as investigações mais recentes têm desempenhado um papel importante no desenvolvimento desta linha de pesquisa ao introduzirem abordagens mais *explícitas* e *intencionais* no ensino de aspetos sobre a natureza da ciência, quer na formação de professores, quer no processo de ensino/aprendizagem dos alunos dos vários níveis de escolaridade. Khishfe e Abd-El-Khalick (2002) definem a abordagem explícita e reflexiva como uma abordagem que,

ênfatisa a compreensão dos alunos acerca de alguns aspetos da natureza da ciência em relação às atividades de aprendizagem da ciência em que estão envolvidos e a reflexão sobre essas atividades, no quadro teórico que engloba esses aspetos da natureza da ciência. (p. 555)

Nesta perspetiva, as abordagens explícitas e reflexivas, no ensino de aspetos sobre a natureza da ciência a alunos e professores, têm vindo a receber suporte empírico (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Akerson, Cullen & Hanson, 2009; McDonald, 2010; Yacoubian & BouJaoude, 2010). Por exemplo, num estudo desenvolvido com professores do ensino primário, Akerson, Cullen e Hanson (2009) exploraram os efeitos de um programa de desenvolvimento profissional, com a duração de 12 meses, visando promover as concepções dos professores sobre a ciência e a sua natureza e as práticas pedagógicas, no âmbito de uma comunidade de prática. As concepções foram avaliadas em sete aspetos da natureza da ciência (o conhecimento é fiável e contingente, não existe um único método científico, a observação *versus* inferência, a objetividade *versus* a subjetividade, o papel da criatividade e dos contextos sociais e culturais no desenvolvimento do conhecimento científico), através de um questionário e entrevistas aplicados três vezes durante a duração do programa. A comunidade de prática, composta por quinze professores (do pré-escolar ao 6.º ano de escolaridade) que aceitaram participar no programa, foi constituída a partir de uma oficina de trabalho, em curso nas férias de verão,

e prolongou-se ao longo do ano letivo com oficinas mensais e apoio direto dos investigadores nas salas de aula, de modo a desenvolverem novas formas de ensino e a refletirem sobre elas. Os resultados revelaram que os professores tomavam consciência da modificação das suas próprias concepções de ciência quando sentiam dificuldades em ensinar os aspetos referidos nas suas aulas e refletiam sobre essas dificuldades com os outros professores. Segundo os autores, a comunidade de prática não constituiu o contexto para a mudança de concepções, mas criou o ambiente próprio para a reflexão que conduziu à mudança.

No contexto de uma disciplina de cariz didático, num curso de formação inicial de professores do ensino primário, Akerson, Abd-El-Khalick e Lederman (2000), por exemplo, realizaram um estudo para avaliar a influência de uma abordagem reflexiva e explícita de alguns aspetos da natureza da ciência (o caráter ensaístico, empírico, subjectivo, imaginativo e criativo, e os aspetos sociais e culturais) nas concepções dos estudantes, avaliadas antes e após o curso através de um questionário de respostas abertas e entrevistas. Inicialmente, a maioria dos participantes evidenciava concepções ingénuas, compartimentadas e inconsistentes acerca da maioria dos aspetos da natureza da ciência analisados, resultado consistente com os obtidos em estudos anteriores de outros autores, como por exemplo o de Abd-El-Khalick e BouJaoude (1997). Os resultados deste estudo revelaram que a abordagem realizada no curso tinha promovido a melhoria das concepções dos participantes sobre a natureza da ciência. Contudo, os ganhos mais substanciais verificaram-se na compreensão do caráter ensaístico, empírico, imaginativo e criativo e muito menos em relação ao caráter subjectivo do conhecimento científico e dos aspetos sociais e culturais.

Para Akerson, Abd-El-Khalick e Lederman (2000), os resultados obtidos apoiam a eficácia de uma abordagem explícita e reflexiva no ensino da natureza da ciência, mas apontam, como hipótese de melhorar a eficácia do processo, tornar os professores conscientes das suas concepções alternativas antes do ensino da metaciência e integrá-la numa abordagem por mudança conceptual. Por exemplo, Abd-El-Khalick e Akerson (2004) investigaram, num contexto de mudança conceptual, a eficácia de uma abordagem explícita e reflexiva de vários aspetos relativos à natureza da ciência num curso de metodologia das ciências na formação inicial de professores do ensino primário. Neste estudo, através dos dados recolhidos por questionários, entrevistas e reflexões escritas os autores constataram que, no início, a maioria dos participantes evidenciava concepções ingénuas sobre os aspetos analisados e que, ao longo da investigação, as concepções iniciais revelaram mudanças substanciais e favoráveis à aquisição de uma adequada concepção de ciência.

McDonald (2010) conduziu um estudo exploratório com o objetivo de examinar a influência de uma disciplina científica, que incorporou um ensino explícito sobre a natureza da ciência e a argumentação em ciências, na evolução das concepções sobre ciência dos estudantes. O estudo, de natureza qualitativa, decorreu numa universidade australiana, no contexto de um curso de formação inicial de professores do ensino primário. A investigadora desenvolveu atividades diversas como, por exemplo, “cenários” de argumentação sobre questões sociocientíficas e atividades investigativas em laboratório, propiciadoras do desenvolvimento da argumentação e do ensino explícito da natureza da ciência nas dimensões contempladas no instrumento de avaliação das concepções utilizado (VNOS-C)³⁵. Os resultados do estudo forneceram evidências que apoiam a inclusão do ensino explícito da concepção sobre ciência e da argumentação como contexto de aprendizagem favorável ao desenvolvimento de concepções adequadas de ciência.

A este respeito, McDonald (2010), tal como outros investigadores (e.g., Abd-El-Khalick e Akerson, 2004; Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Bell, Matkins & Gansneder, 2011; Khishfe & Lederman, 2006; Leach et al., 2000; Schwartz & Lederman, 2002), privilegia as abordagens sobre a natureza da ciência contextualizadas, quer no ensino, quer na avaliação, frequentemente apreciadas através do desempenho dos professores e dos futuros professores no contexto das práticas pedagógicas (e.g., Clough & Olson, 2012; Guerra-Ramos, 2012).

Relativamente a esta questão, refere-se, ainda, o estudo de Bell, Matkins e Gansneder (2011) que examinou a compreensão sobre a natureza da ciência de 75 professores em formação inicial, divididos em quatro seções de um curso de metodologia das ciências, em relação a duas variáveis: abordagens explícitas e reflexivas ou abordagens implícitas e contextos de abordagem de questões sociocientíficas, incorporados ou não, no ensino da natureza da ciência. O estudo usou um *design* 2 x 2 e os tipos de abordagens referidas foram aplicados aleatoriamente aos estudantes, organizados em quatro grupos distintos. O tipo de formação recebida pelos quatro grupos foi assim distribuída: (1) ensino explícito de questões sociocientíficas relativas a uma unidade temática sobre alteração climática global/aquecimento global e o ensino explícito da natureza da ciência, incorporando atividades de discussão e reflexão; (2) apenas o ensino explícito da natureza da ciência; (3) ensino explícito das questões sociocientíficas sobre alteração climática global/aquecimento

³⁵ *Views of Nature of Science Questionnaire -form C.*

global e implícito da natureza da ciência; e (4) formação implícita sobre a natureza da ciência sem abordagem das questões sociocientíficas sobre alteração climática global/aquecimento global. A partir do uso de pré e pós-questionários, documentos e materiais de sala de aula, e entrevistas semi-estruturadas, os autores verificaram que os estudantes dos grupos envolvidos no ensino explícito da natureza da ciência (com ou sem a abordagem das questões sociocientíficas referidas) mostraram ganhos significativos das suas concepções e foram capazes de aplicar adequadamente a sua compreensão sobre a natureza da ciência a novas situações. Ao contrário, os estudantes dos grupos em que a abordagem da natureza da ciência foi implícita não revelaram ganhos significativos na compreensão desta componente.

Os autores referem que, embora os ganhos na compreensão sobre a natureza da ciência não tenham sido significativamente diferentes entre os dois grupos sujeitos ao ensino explícito, apenas os estudantes que experienciaram o ensino explícito da natureza da ciência, no contexto de abordagem das questões sociocientíficas, foram capazes de aplicar aspetos da natureza da ciência (valor das evidências, subjetividade e consensos), avaliados a partir dos dados apurados nos pós-questionários. Os autores dão como exemplo uma atividade em que era pedido aos estudantes a apresentação de justificações para o governo apoiar o uso de fontes de energia alternativas, ou seja, uma tomada de decisão sobre uma questão sociocientífica.

Importa salientar que existe uma vasta gama de estudos relacionando o ensino da natureza da ciência com a abordagem CTS, frequentemente centrada na discussão de questões sociocientíficas (e.g., Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2012; Kishfe & Lederman, 2006; Reis & Galvão, 2004; Vieira & Martins, 2005).

Em suma, no ensino/aprendizagem sobre a natureza da ciências, as abordagens explícitas e reflexivas, contextualizadas, por exemplo, em torno de atividades de *inquiry* e de argumentação (com particular ênfase no estudo de questões sociocientíficas), quer em disciplinas de cariz científico, quer em disciplinas de cariz didático, têm recebido a preferência de inúmeros investigadores e revelado ganhos ao nível da compreensão da metaciência, como se referiu anteriormente.

Decorrendo do atrás exposto, a presente investigação procurará abordar, intencionalmente, o ensino de uma componente metacientífica, com os estudantes participantes na segunda fase da investigação (estudo de caso), numa perspetiva explícita e reflexiva, contextualizada no âmbito de uma unidade curricular de cariz didático.

2.3.4. Concepções dos professores em formação sobre o ensino das ciências

Os futuros professores de ciências, muitas vezes, quando entram nos cursos de formação inicial no ensino superior já trazem concepções e atitudes acerca do ensino e da aprendizagem das ciências que não se alteram significativamente durante o programa de formação (Mellado, 1998; Pajares, 1992). Importa, assim, salientar alguns estudos relacionados com o “pensamento dos professores” sobre o modo como se ensina ciências. Porém, os estudos sobre o pensamento dos professores no âmbito do ensino das ciências enfrentam dificuldades, de ordem conceptual e metodológica. Segundo Freire (2004), a investigação relacionada com as concepções dos professores sobre o ensino das ciências revela que diversos autores as encaram de modos diferentes, umas vezes referindo-se a processos de trabalho, outras a estruturas cognitivas e, noutros casos, a crenças, imagens ou preferências dos professores.

Neste sentido, é necessário ter em consideração o significado que os investigadores atribuem, nos seus estudos, às designações de crenças, ideias e atitudes dos professores e dos futuros professores sobre o ensino e a aprendizagem das ciências. A este respeito é de realçar o modo como Pajares (1992) adota e clarifica o conceito de crenças. O autor afirma que as crenças dos professores são tanto mais estáveis, quanto mais tempo perduram no sistema de crenças de cada indivíduo e, em muitos aspetos, dificilmente se alteram durante o período de formação inicial, podendo influenciar as suas experiências futuras. Pajares (1992) designa esta influência como um efeito de quem está por dentro (insider) do contexto. De facto, ao contrário dos estudantes de medicina e de direito, por exemplo, que têm de compreender os novos ambientes em que se vão inserir e recriar o seu mundo, os futuros professores não necessitam de redefinir a sua situação porque ela pouco difere dos contextos escolares que já conhecem. “Assim, tal como as suas crenças, a realidade das suas vidas, no quotidiano, pode continuar sem ser afetada pela educação no ensino superior” (p. 323). Este aspeto interessa à presente investigação, na medida em que se pretende estudar as concepções dos futuros professores em formação, sobre a abordagem da metaciência ao nível do ensino/aprendizagem das ciências no 1º ciclo do ensino básico.

De acordo com o atual paradigma do pensamento dos professores, parte-se do princípio que os professores são construtivos nos modos de pensar e agir no contexto profissional e que o fazem de acordo com o seu sistema de crenças (e.g., Hewson & Hewson, 1989; Mellado, 1998; Rivero, Azcárate, Porlán, Pozo, & Harres, 2010; Yilmaz-Tuzun,

2008). Por exemplo, Hewson e Hewson (1989) partem de um ponto de vista construtivista e, por analogia com os estudos das concepções dos estudantes sobre os conceitos científicos, consideram que os professores de ciências herdaram as concepções sobre ciência, os conceitos científicos e os modos de ensinar a partir das suas experiências ao longo dos seus próprios anos de escolaridade. Hewson e Hewson (1989) encaram a concepção sobre o ensino das ciências como as ideias e as interpretações usadas pelos professores de ciências nas decisões que tomam sobre a gestão de currículos e programas.

A investigação empírica, neste campo, também tem fornecido resultados diversos. Mellado (1998), por exemplo, realizou um estudo de caso com um grupo de quatro estudantes num curso de formação inicial de professores de ciências do ensino primário e secundário e analisou as concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências destes futuros professores no âmbito da prática pedagógica (estágio). Os resultados do estudo não permitiram ao autor estabelecer uma correspondência entre as concepções e as práticas. Porém, este autor sugere que a formação inicial deve possuir uma componente dinâmica ao nível do ensino das ciências que possibilite aos estudantes a reflexão sobre as suas próprias concepções de ensino e as práticas, acrescentando que as disciplinas de metodologia das ciências têm um importante papel a desempenhar neste campo.

Num estudo de *survey*, Yilmaz-Tuzun (2008) concebeu uma escala (*Beliefs About Teaching*) para examinar as crenças de futuros professores do ensino primário, norte-americanos, sobre as suas capacidades para: (1) aplicar métodos de ensino tradicionais a par de outros propostos na reforma educativa; (2) utilizarem estratégias de avaliação e técnicas de gestão da sala de aula; e (3) ensinar os conteúdos científicos. O estudo envolveu 166 estudantes a frequentarem três universidades diferentes nos EUA. O autor refere que, apesar das diferenças encontradas entre as formações conferidas nas três instituições, as análises revelaram correlações significativas entre as vertentes estudadas e o número de disciplinas da formação. Essas diferenças ocorreram, em particular, no que diz respeito ao aumento do nível de confiança em relação aos métodos de ensino, à gestão da sala de aula e ao conteúdo científico, em função do número de disciplinas científicas frequentadas (de uma a três). Além disso, os resultados evidenciaram que os participantes se sentiam mais confortáveis a ensinar conceitos de biologia do que de química e de física. Na conclusão do estudo, Yilmaz-Tuzun (2008) recomenda que nas disciplinas de metodologia de ensino das ciências os estudantes devem ser encorajados a planear aulas de física e de química para adquirirem experiência no ensino destes assuntos.

Num estudo mais recente, Rivero e colaboradores (2010) analisaram a evolução das concepções de futuros professores do ensino primário acerca da metodologia de ensino, durante a frequência de um curso de formação inicial de professores, de orientação construtivista, no âmbito de um programa de colaboração internacional com cinco grupos de estudantes. O estudo analisou o conceito de atividade, a organização das atividades e o conceito de recursos de ensino. De acordo com os autores, os resultados evidenciaram processos de mudança dos estudantes segundo itinerários muito diferentes. Rivero e colaboradores (2010) afirmam que os maiores obstáculos identificados foram a “crença” de que a aprendizagem decorre diretamente do ensino e a concepção de “absolutismo epistemológico”, ou seja, só o conhecimento científico é verdadeiro, tem um estatuto mais elevado do que outras formas de conhecimento, sendo por isso o que os alunos devem aprender, resultados consistentes com os estudos já apresentados sobre a avaliação das visões sobre ciência de futuros professores (e.g., Abd-El-Khalick, 2001) e a identificação de mitos e estereótipos (ponto 2.3.3) que persistem a vários níveis do processo de ensino/aprendizagem (e.g., Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Hodson, 1998; Lederman, 2007; McComas, 1996).

A conclusão de Rivero e colaboradores (2010) é que a mudança das ideias e práticas dos professores é muito lenta e árdua, pelo que a formação inicial deve assegurar oportunidades de discutir e refletir sobre novas ideias e procedimentos.

Decorrente do atrás exposto, salienta-se que nos estudos sobre o pensamento e as aprendizagens dos professores se cruzam, frequentemente, aspetos didáticos, de conteúdo científico e metacientífico e da relação entre a teoria e a prática, tidas como componentes essenciais dos cursos de formação inicial dos professores. Estes aspetos interessam à presente investigação, quer no que diz respeito à identificação das concepções dos estudantes sobre a abordagem da metaciência no ensino/aprendizagem ao nível do 1º ciclo do ensino básico, quer relativamente à análise curricular dos programas de ciências naturais oferecidos no quadro da Licenciatura em Educação Básica, nas escolas participantes na investigação, quer, ainda, em relação à concepção e ao desenvolvimento do plano de formação, focando explicitamente a abordagem da metaciência, a ser implementado numa unidade curricular de cariz didático integrada no plano de estudos da licenciatura de uma das escolas.

Em suma, independentemente das perspetivas a privilegiar no ensino/aprendizagem das ciências e na formação de professores, melhorar a compreensão sobre a natureza da

ciência de alunos e professores deixou de ser uma meta desejável, para se tornar central de modo a ser atingida a literacia científica para todos.

2.3.5. Ensino da metaciência na formação inicial de professores

Grande parte das investigações, relacionadas com a abordagem da metaciência na formação inicial de professores referidas na literatura (Duschl, 2000; Lederman, 2007; McComas, Clough & Almazroa, 1998; McDonald, 2010; Rivero, et al, 2010; Sullenger & Turner, 1998), foca-se, essencialmente, nas componentes de formação didática, no ensino de disciplinas científicas curriculares, em cursos que incidem exclusivamente no ensino da metaciência e em experiências autênticas de “fazer ciência” em contextos de trabalho com cientistas (McComas, Clough & Almazroa, 1998).

O objetivo de alguns dos referidos estudos tem sido analisar os efeitos observáveis da aprendizagem sobre a natureza da ciência no desempenho desses futuros professores, em termos do ensino das concepções de ciência e da sua natureza. Esses efeitos têm sido analisados, quer em contextos de prática pedagógica, quer nas diversas disciplinas curriculares dos programas de formação inicial, usando diferentes instrumentos e métodos de análise (ponto 2.3.3.1).

Nesta linha, Lederman (1999), num estudo com professores do ensino secundário, constatou que mesmo os professores que possuíam concepções adequadas sobre a natureza da ciência e consistentes com as orientações das reformas educativas para o ensino das ciências diferiam largamente nas práticas desenvolvidas em contexto de sala de aula.

Neste mesmo sentido, Bartholomew, Osborne e Ratcliffe (2004) afirmam que os resultados da investigação revelam que um número significativo de professores dá pouco relevo aos processos investigativos, não reconhecendo o carácter provisório e contingente do conhecimento científico, detém posições empiristas sobre ciência (algumas, habitualmente designadas por ingénuas, nem sequer se aproximam de qualquer modelo, empirista ou outro). Estes autores consideram, assim, necessário que a formação profissional³⁶ forneça aos professores instrumentos e procedimentos que aumentem a confiança nos seus

³⁶ De realçar que, dada a diversidade de programas de formação de professores existente em diversos países, em alguns estudos sobre a identificação das concepções dos professores, o contexto de formação profissional se refere quer à formação inicial de futuros professores, quer à formação de professores em início de carreira.

conhecimentos e lhes permita desenvolverem as suas competências não só para “ensinarem ciência”, mas para “ensinarem sobre ciência”.

A este respeito, Abd-El-Khalick e Akerson (2009), por exemplo, referem especificamente alguns constrangimentos que existem nos cursos de formação inicial de professores do 1.º ciclo do ensino básico, em relação ao ensino das ciências numa perspectiva de desenvolvimento das concepções sobre ciência. Por um lado, como referem estes autores, os estudantes têm um conhecimento limitado dos conteúdos de ciência e de experiência de trabalho em ciência. Por outro lado, a duração das componentes de didática, nos cursos de formação inicial, é um factor limitante para ensinar uma adequada conceptualização de ciência aos futuros professores de ciências do 1º ciclo do ensino básico. Contudo, segundo estes autores, “existem evidências que apoiam o potencial desses contextos para promoverem substancialmente a compreensão sobre a ciência e a sua natureza dos professores do ensino primário [...], especialmente quando é usada uma abordagem explícita e reflexiva para atingir esta finalidade” (p. 2162).

Acevedo (2010) refere que a modificação das ideias dos professores sobre a natureza da ciência deveria ser um objetivo crucial da formação em didática das ciências “porque não se pode ensinar o que se desconhece ou se conhece mal” (p. 653). O autor acrescenta que para ensinarem sobre a natureza da ciência os professores necessitam de aprender diversos modos de apresentar várias perspectivas metacientíficas aos seus alunos. Acevedo (2010) destaca alguns contextos como sendo os mais úteis: (1) atividades investigativas autênticas; (2) assuntos técnico-científicos revestidos de interesse social e questões sociocientíficas relacionadas com a construção do conhecimento científico; e (3) exemplos e episódios históricos simples sobre a prática científica, ilustrativos das principais características da natureza da ciência, que não se restrinjam à ciência académica mas também ao que Ziman (2000) denominou por ciência pós-académica.

Refere-se, ainda, que Alves (2010) e Deus (2010) estudaram a evolução das ideias de futuros professores do 1º ciclo do ensino básico, em contextos de formação didática em dois países diferentes, República de Cabo Verde e Portugal, respectivamente. Em ambos os estudos as dimensões de construção da ciência (Ziman, 1994) e o trabalho experimental constituíram dois dos focos de análise. Os resultados que Alves (2010) obteve mostraram que o contexto específico de formação não valorizou o trabalho experimental nem a relação entre ciência e metaciência e se caracterizou, ainda, por um baixo nível de exigência conceptual, por uma fraca articulação entre os conhecimentos e por um grau muito baixo de

explicitação do texto a ser adquirido pelos formandos, sendo que a formação pouco contribuiu para a aprendizagem e intervenção na prática pedagógica dos formandos, isto é, para a aquisição das características relacionadas com *o que* e com *o como* do ensino/aprendizagem das ciências. Os resultados apresentados por Deus (2010) revelaram uma fraca evolução do desempenho das estudantes quanto à aprendizagem da construção da ciência e noutros aspectos das atividades de aprendizagem, o que foi particularmente evidente no desempenho observado em situação de estágio.

Decorrendo do atrás exposto, a presente investigação procurará abordar, intencionalmente, a metaciência, numa perspetiva explícita e reflexiva, de acordo com o sentido que lhe é atribuído por Khishfe e Abd-El-Khalick (2002), no âmbito de uma unidade curricular de cariz didático de um curso de formação inicial de professores em ciências para os primeiros anos de escolaridade. A perspetiva de ensino da referida unidade curricular tem por base as orientações oficiais que visam desenvolver o ensino experimental das ciências. Além disso, pretende-se utilizar materiais curriculares e estratégias de ensino/aprendizagem que tornem claro, para os futuros professores, a importância da abordagem da metaciência no ensino ciências ao nível do 1.º ciclo do ensino básico, o que parece ser concordante com a maioria das abordagens dos estudos acima descritos. De acordo com os objetivos da investigação, pretende-se analisar os efeitos desta intervenção na evolução das conceções sobre ciência e sobre o ensino das ciências dos estudantes. A conceção do plano de formação e a sua implementação estão detalhados no capítulo da metodologia.

3. FUNDAMENTOS SOCIOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO

Na terceira secção do enquadramento teórico explicitam-se alguns conceitos derivados da teoria de Bernstein (1990, 1999, 2000), que permitem estabelecer a relação entre os textos e os contextos a analisar, e apresentam-se alguns estudos empíricos desenvolvidos, em Portugal, com base nesta teoria. A linha de investigação desenvolvida por este sociólogo conduziu à emergência de uma estrutura conceptual com possibilidades de descrição, explicação, diagnóstico, previsão e transferência, que confere robustez às relações estudadas e permite uma forte conceptualização, possibilitando, ao mesmo tempo, a relação dialética entre o teórico e o empírico. Esta teoria é, também, caracterizada por uma linguagem de descrição que permite a análise, a descrição e a comparação dos textos e contextos pedagógicos a estudar, recorrendo aos mesmos conceitos (Morais & Neves, 2003). Em

seguida, apresentam-se o modelo do discurso pedagógico, os conceitos de modalidade de prática pedagógica e de orientação específica de codificação e a conceptualização sobre estruturas de conhecimento.

3.1. Modelo do discurso pedagógico de Bernstein

Na sua teoria, Bernstein propõe um modelo relativo à produção e reprodução do discurso pedagógico que define como “um princípio de apropriação de outros discursos e de trazê-los para uma relação especial de uns com os outros com o objetivo da sua transmissão e aquisição” (Bernstein, 1990, p. 184). O modelo traduz a influência dos princípios dominantes da sociedade sobre o discurso pedagógico (DP), tornando possível a análise das relações que se estabelecem nos vários níveis sociais, desde o macronível do campo do Estado até ao micronível da sala de aula. Este modelo considera três níveis de análise: os dois primeiros correspondentes ao contexto da *produção* (geração e recontextualização) do discurso pedagógico e o terceiro ao contexto da *reprodução*. A produção do discurso pedagógico resulta de uma recontextualização dos princípios dominantes de uma sociedade que constituem o discurso regulador geral (DGR). Este discurso encontra-se expresso na legislação emanada pelo Estado, como por exemplo, leis de base, decretos-lei e outros diplomas e é, posteriormente, recontextualizado a vários níveis do sistema educativo, designadamente no Ministério da Educação e nas suas agências (campo de recontextualização oficial), originando o discurso pedagógico oficial (DPO) expresso em normas educativas, orientações curriculares e programas. Ambos os discursos são influenciados pelos campos da economia (recursos físicos) e do controlo simbólico (recursos discursivos) e a sua principal atividade é a definição do *que* e do *como* do discurso pedagógico.

Ao nível das instituições de formação inicial de professores, caso das Escolas Superiores de Educação, as quais integram o campo de recontextualização pedagógica, ocorre a recontextualização das normas legais que determinam a estrutura do currículo dos cursos de formação inicial (discurso pedagógico oficial), originando o discurso pedagógico de reprodução (DPR) que se consubstancia, por exemplo, nos programas das unidades curriculares elaborados nessas instituições de formação. Ao nível do campo de reprodução, o qual integra o contexto da sala de aula, o discurso pedagógico é ainda objeto de recontextualização, dando origem ao discurso que consubstancia a prática pedagógica.

Na presente investigação, o discurso pedagógico contido nos programas das unidades curriculares que integram os planos de estudos das Escolas Superiores de Educação participantes na primeira fase (exploratória) e a prática pedagógica que têm lugar no contexto de formação específico enquadrado numa unidade curricular de cariz didático (o estudo de caso) constituem, respetivamente, *textos* e *contexto* a serem analisados.

De entre as mensagens sociológicas contidas no discurso pedagógico, presente em vários níveis do sistema educativo, importa considerar as características relacionadas com *o que* se ensina (conhecimentos e capacidades) e as características relacionadas com *o como* se ensina (relações entre sujeitos, entre discursos e entre espaços). Dado o foco da presente investigação, a mensagem relacionada com *o que* se ensina centra-se na componente metacientífica, enquanto traduzindo diferentes perspetivas de abordagem (em termos de conhecimentos e capacidades) enunciadas, para as quatro dimensões metacientíficas, com base na conceptualização da construção da ciência de Ziman (1984, 2000), tal como se apresentou no ponto 2.2. deste capítulo. Quanto à mensagem relacionada com *o como* se ensina, a análise recairá na relação entre discursos e na relação entre sujeitos. No primeiro caso, a análise centra-se na relação intradisciplinar entre metaciência e ciência e na relação intradisciplinar entre metaciência e o ensino das ciências; no segundo caso, a análise centra-se no grau de explicitação da metaciência e no grau de explicitação da relação entre metaciência e o ensino das ciências o que, em termos da conceptualização de Bernstein, significa a análise de critérios de avaliação na relação entre sujeitos (Morais & Neves, 2007a).

O discurso pedagógico comporta determinadas relações de poder e controlo entre as diversas categorias sociológicas (sujeitos, discursos e espaços). Bernstein (2000) usa os conceitos de *classificação* e de *enquadramento* para analisar essas relações de poder e de controlo, respetivamente. O conceito de *classificação* é usado por este autor para analisar as fronteiras entre categorias: a classificação é forte ou fraca conforme existe grande demarcação ou esbatimento entre as fronteiras que separam as categorias. Na presente investigação, a análise da relação entre metaciência e ciência e entre metaciência e o ensino das ciências (relações intradisciplinares) será baseada na classificação, distinguindo-se a separação dos conhecimentos (classificação forte) da sua inter-relação (classificação fraca). O conceito de *enquadramento* é usado para analisar as relações de controlo entre categorias de diferentes estatutos: o enquadramento é forte quando o controlo na relação pedagógica está centrado nas categorias de maior estatuto (por exemplo, o professor, na relação

professor-aluno) e é fraco quando as categorias de menor estatuto também têm algum controlo na relação pedagógica. Na presente investigação, a análise do grau de explicitação da metaciência e das relações intradisciplinares em estudo será baseada no conceito de enquadramento, sendo este forte quando existe uma clara explicitação do texto a ser transmitido/adquirido e fraco quando esse texto fica implícito.

O Grupo ESSA (Estudos Sociológicos na Sala de Aula) tem desenvolvido um extenso trabalho empírico com base na teoria de Bernstein, em particular centrado no modelo do discurso pedagógico. Ao nível do desenvolvimento curricular, alguns desses estudos têm recorrido à teorização de Ziman (1984) na análise do grau de complexidade e de explicitação das dimensões de construção da ciência e das relações entre ciência e metaciência, nomeadamente, em currículos e programas dos ensinos básico (Alves, 2007; Calado, 2007; Ferreira, 2007a; Ferreira & Morais, 2010) e secundário (Castro, 2006). Em termos globais, estes estudos têm sugerido que a construção da ciência está muito pouco representada nos programas e que a relação entre ciência e metaciência é praticamente inexistente.

Ao nível da análise curricular, por exemplo, Neves e Morais (2006), num estudo exploratório, analisaram os documentos curriculares respeitantes à reforma educativa implementada em Portugal em 2001 (DEB, 2001, 2004). Neste estudo, as autoras analisaram as mensagens contidas nos dois principais textos oficiais, *Currículo nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais* e *Orientações Curriculares*, em termos do *que* e do *como* do DPO e das relações Ministério da Educação/escola/professores. De acordo com os resultados obtidos, concluíram que a mensagem contida no texto das *Orientações Curriculares* representa um elevado grau de recontextualização dos princípios contidos no texto das *Competências Essenciais* com diminuição do nível de exigência conceptual do processo de ensino e aprendizagem evidenciada pela menor ênfase nas competências de nível de complexidade mais elevado e fraca articulação conceptual entre os diferentes assuntos da mesma disciplina (classificação fraca ao nível da intradisciplinaridade). Os resultados mostraram, ainda, que esta recontextualização resulta também do controlo mais elevado que é dado pelo Ministério da Educação à escola e aos professores, relativamente a *o que* e a *o como* do DPO, em consequência da baixa explicitação ao nível dos critérios de avaliação.

Estes resultados foram corroborados pelos estudos, anteriormente citados, realizados por Alves (2007), Calado (2007) e Ferreira (2007a). Nestes estudos, a mensagem sociológica transmitida pelo discurso pedagógico oficial do currículo de Ciências Naturais do 3.º ciclo

do ensino básico (expresso nos documentos *Competências Essenciais e Orientações Curriculares*) foi analisada relativamente a quatro características específicas da aprendizagem científica: processo de construção da ciência, intradisciplinaridade, nível de exigência conceptual e critérios de avaliação, tendo-se verificado que a recontextualização de todas as características analisadas nos dois documentos oficiais produziam uma diminuição da sua valorização relativa, quando se passava das orientações gerais para as orientações específicas.

Muitos estudos do Grupo ESSA têm explorado relações presentes no contexto de reprodução do discurso pedagógico da sala de aula em vários níveis de escolaridade (e.g., Alves & Morais, 2012; Pires, Morais & Neves, 2004; Silva, Morais & Neves, 2013a) e em contextos de formação inicial (Alves, 2010; Deus, 2010; Santos, 2010) e contínua de professores (Afonso, 2002; Afonso, Morais & Neves, 2002), como adiante se explorará com maior detalhe. A presente investigação recorreu a diversos desses estudos, ao centrar-se a vários níveis de análise: ao nível da análise curricular relativa aos programas das unidades curriculares da *Formação na Área da Docência no Estudo do Meio* (ciências naturais) que integram os planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica das Escolas Superiores de Educação participantes na primeira fase da investigação; ao nível da recontextualização da mensagem subjacente aos materiais curriculares e da caracterização da prática pedagógica decorrente da implementação desses materiais (plano de formação); e ao nível da apreciação das aprendizagens realizadas sobre a metaciência e da evolução das conceções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências, antes e após a formação.

3.1.1. Modalidades de prática pedagógica

Segundo Bernstein (1990), a prática pedagógica que se desenvolve no contexto da sala de aula pode ser vista através da sua lógica interna, ou seja, do modo como os conteúdos são “transportados”. A esse nível, a prática pedagógica que se realiza no contexto da sala de aula pode ser definida através de relações específicas de controlo, entre sujeitos, e relações específicas de poder, entre espaços, discursos e sujeitos. A dimensão interacional do contexto da sala de aula e da prática pedagógica que nele se realiza está presente nas relações de controlo entre sujeitos e a dimensão organizacional está presente nas relações de poder entre sujeitos, discursos e espaços (Morais & Neves, 2007a). É possível admitir-se que qualquer contexto de interação pedagógica, como é o caso da prática implementada no contexto específico de formação que se estuda na segunda fase da presente investigação,

representa um determinado contexto de transmissão e de aquisição, entre um transmissor e um adquiridor, com determinadas relações de poder e controlo que se podem analisar recorrendo aos conceitos de classificação e enquadramento usados por Bernstein (1990, 2000), de acordo com a sua conceptualização anteriormente referida.

Na dimensão interacional, o enquadramento entre sujeitos refere-se ao controlo que têm nas regras discursivas e nas regras hierárquicas. As regras discursivas, no contexto da sala de aula, dizem respeito às regras relativas à transmissão-aquisição do discurso e referem-se à *seleção*, à *sequência*, à *ritmagem* e aos *critérios de avaliação*. A seleção refere-se a quem seleciona os conhecimentos, capacidades, estratégias e/ou processos de avaliação; a sequência está relacionada com quem estabelece a ordem em que vão surgir os elementos anteriores; a ritmagem diz respeito a quem estabelece a relação entre a quantidade de assuntos a serem transmitidos e o tempo necessário para os adquirir; e os critérios de avaliação podem ser explícitos ou implícitos conforme a ação de quem estabelece o texto a ser apreendido. Assim, o enquadramento será tanto mais forte, quanto maior for o controlo que o professor tiver, por exemplo, sobre os assuntos e atividades a explorar (seleção), a ordem segundo a qual se processa a aprendizagem (sequência), o tempo destinado à aprendizagem (ritmagem) e se tornar claro, para os alunos, o texto a ser produzido como resultado da aprendizagem (critérios de avaliação). O enquadramento será mais fraco sempre que o aluno (adquiridor) também tiver algum controlo nessas regras discursivas (Morais & Neves, 2007a).

As regras hierárquicas (regras de conduta) dizem respeito à forma de comunicação entre sujeitos com posições hierárquicas distintas, como é o caso do professor e dos alunos. Um enquadramento fraco significa, por exemplo, que o aluno pode criticar/interrogar as práticas do professor e que o professor explica aos alunos as razões porque se devem comportar de certa maneira, apelando a uma relação interpessoal – controlo pessoal. Um enquadramento forte traduz um controlo posicional em que o professor apela a regras e estatutos determinados. Um enquadramento muito forte ocorre quando o professor, sem dar qualquer justificação, recorre a ordens e advertências, de modo a levar os alunos a comportar-se de determinada maneira – controlo imperativo (Morais & Neves, 2007a).

Quanto à investigação sobre a prática pedagógica, na sua relação com a aprendizagem, presente na maioria dos estudos do grupo ESSA, destaca-se o trabalho de Moraes e Neves (2009), onde as autoras analisam o percurso que conduziu à conceptualização de um modelo de prática pedagógica, onde se evidenciam as características fundamentais para a

aprendizagem dos alunos. Este modelo tem as características de uma prática pedagógica mista, que concilia aspetos associados a práticas, ditas tradicionais, mais centradas no transmissor, com aspetos associados a práticas, ditas progressistas, mais centradas no adquiridor. Contudo, as autoras sublinham o facto de a investigação ter mostrado que o desenvolvimento científico dos alunos só terá lugar se os professores possuírem um elevado nível de conhecimento e competências científicas, o que evidencia que nunca haverá metodologias ótimas que compensem uma proficiência científica pobre.

As autoras consideram este modelo em fase de otimização, sendo necessário ir mais além na investigação de modo a que ele alcance um grau mais elevado de precisão, aumente o rigor da investigação futura e o poder de transferência para a área do desenvolvimento curricular e para a prática em sala de aula. Ao nível da aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, destacam-se as investigações realizadas por Pires (Pires, 2001; Pires, Morais & Neves, 2004) e por Silva (Silva, 2010; Silva, Morais & Neves, 2013a). Uma das investigações (Pires, 2001) teve lugar no âmbito do projeto que integrou o estudo do desenvolvimento profissional de professores em contexto de investigação-ação (Afonso, 2002). Como principais conclusões deste estudo, destaca-se que as características da prática pedagógica realizada pelos professores são facilitadoras do desenvolvimento das disposições socioafetivas dos alunos que por sua vez se refletem no aproveitamento escolar, em particular, no desenvolvimento das capacidades cognitivas complexas dos alunos (*o que da prática*). Ao nível do contexto instrucional, no que diz respeito a *o como* da prática, consideraram-se como características facilitadoras do sucesso de todos os alunos, um enquadramento muito forte nos critérios de avaliação, um enquadramento forte na seleção e na sequência e um enquadramento muito fraco na ritmagem, bem como uma classificação fraca nas relações intradisciplinares.

A investigação realizada por Silva (2010) inclui a análise da recontextualização de materiais curriculares, concebidos para o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, nas práticas de dois professores, a análise da relação entre essas práticas e os princípios pedagógicos e ideológicos desses professores e a análise da influência das suas práticas na aprendizagem científica de crianças socialmente diferenciadas (Silva, Morais & Neves, 2013a). Os resultados mostraram que os professores não foram igualmente capazes de implementar uma prática pedagógica que traduzisse os princípios subjacentes aos materiais curriculares, recontextualizando esses princípios em sentidos diferentes, um consistente com o modelo que orientou a investigação e o outro em sentido oposto. O estudo mostrou que

essa recontextualização foi consequência, por um lado, da proficiência científica dos professores e, por outro, da sua identificação ideológica com os princípios subjacentes aos materiais curriculares. Ao evidenciar que, mesmo quando os materiais curriculares são estruturados de acordo com princípios pedagógicos que a investigação tem vindo a mostrar que possuem o potencial para melhorar a aprendizagem dos alunos, os professores podem não conseguir ler a mensagem que eles contêm e, portanto, não usar as potencialidades institucionais que oferecem, o estudo sublinha a importância da formação de professores na otimização da mensagem contida nos materiais curriculares.

Os resultados e as análises de diversos estudos como os atrás referidos permitiram a Morais e Neves (2009) desenvolver um modelo de prática pedagógica, que designaram por “mista” (Figura 2.5) que reflete as principais características sociológicas que se têm revelado fundamentais para a aprendizagem de todos os alunos: (1) um controlo limitado dos alunos na seleção e na sequência da sua aprendizagem, traduzindo um enquadramento forte na relação professor-aluno; (2) um tempo de aprendizagem que tenha em conta as necessidades dos alunos, ou seja, um enquadramento muito fraco, ao nível da ritmagem, na relação professor-aluno; (3) uma clara explicitação do texto a ser adquirido (texto a apreender), em função dos conhecimentos e capacidades a explorar no contexto da sala de aula, traduzindo em enquadramento muito forte na relação professor-aluno ao nível dos critérios de avaliação; (4) uma forte inter-relação entre os diversos conhecimentos, de uma dada disciplina, a serem apreendidos pelos alunos, traduzida por uma classificação muito fraca ao nível da intradisciplinaridade; (5) relações de comunicação abertas entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos, ou seja, um fraco enquadramento ao nível das regras hierárquicas; e (6) um esbatimento de fronteiras entre os espaços dos alunos e entre o espaço do professor e o dos alunos, ou seja uma classificação muito fraca entre espaços.

Como as autoras referem, este modelo pode ser alargado a contextos de formação dos diversos níveis de ensino, incluindo o superior, como é o caso da presente investigação. Por exemplo, ao nível do desempenho e desenvolvimento profissional dos professores, os estudos realizados no âmbito do Grupo ESSA têm procurado explorar a importância das características sociológicas dos contextos de formação nas ideias e práticas dos professores.

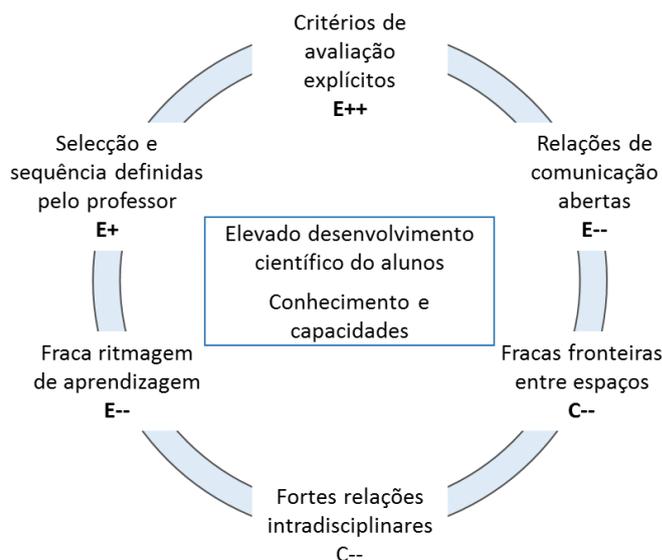


Figura 2.5. Características de uma prática pedagógica mista (adaptado de Morais & Neves, 2009).

Alguns estudos envolveram um processo de investigação-ação na formação de professores, em serviço, no 1.º ciclo do ensino básico (Afonso, 2002; Afonso, Morais & Neves, 2002; Afonso, Neves & Morais, 2005). Nestes estudos foi possível constatar que a modalidade de formação implementada favoreceu o desenvolvimento profissional dos professores, nomeadamente a sua competência para fazerem os alunos atingir um elevado nível de desenvolvimento científico. A investigação-ação, desenvolvida pelas investigadoras, caracterizou-se, essencialmente, por valores globais de classificação e enquadramento fracos para determinadas características dos contextos instrucional e regulador, aspetos que as autoras consideraram de grande relevo para a eficiência do processo de formação, e por um enquadramento forte nos critérios de avaliação de modo a levar as professoras a desenvolverem uma prática pedagógica com determinadas características. Face aos resultados obtidos, as investigadoras referem, ainda, o papel facilitador da formação na transferência de conhecimentos do contexto de formação para o contexto de aplicação e atribuem-no ao facto da modalidade de formação ser semelhante à modalidade de prática pedagógica que se pretendia que as professoras desenvolvessem nas suas aulas. Esta ideia foi reforçada a partir dos resultados do estudo onde as práticas pedagógicas das professoras participantes foram observadas e discutidas, após a formação. A possibilidade de estabelecer uma interação contínua entre as formadoras e as formandas permitiu às professoras rever e avaliar o seu desempenho em sala de aula, bem como receber sugestões de mudança. Verificou-se que esta formação contínua levou a que, em muitos

casos, as professoras alterassem o *como* das suas práticas pedagógicas (Afonso, Neves & Morais, 2005).

Estudos mais recentes (Alves, 2010; Deus, 2010; Santos, 2010) focaram-se na formação inicial de professores. Um destes estudos (Santos, 2010) procurou comparar dois contextos de formação, com duas professoras diferentes, ao nível de uma disciplina da área das Metodologias de Ensino das Ciências no ensino universitário, e analisar a sua influência na evolução das aprendizagens dos estudantes, futuros professores, quando essa aprendizagem é analisada em função de características relacionadas com *o que* (construção da ciência, exigência conceptual e trabalho experimental) e com *o como* (seleção, critérios de avaliação e intradisciplinaridade) do ensino/aprendizagem das ciências. Os resultados deste estudo mostraram que o modelo de prática pedagógica testado permitiu uma discriminação fina entre as práticas das professoras. A análise da relação entre a prática pedagógica das professoras e a aprendizagem dos estudantes revelou que a aproximação de uma das professoras ao modelo testado conduziu a uma maior aprendizagem dos estudantes nos três primeiros aspetos estudados (relacionados com *o que*). No entanto, a influência da prática não foi, em geral, tão evidente nos últimos três aspetos (relativos a *o como*) o que levou a investigadora a referir, como hipóteses explicativas, por exemplo: (1) o facto das turmas dos dois contextos analisados serem frequentadas por um reduzido número de estudantes – “sinal do crescente desinteresse dos jovens pela profissão docente” (p. 207) – como fator limitante da variedade e da diversidade de resultados e da discussão acerca das atividades desenvolvidas; (2) as características das práticas pedagógicas das professoras das duas turmas; e (3) a própria articulação curricular das disciplinas de metodologias específicas com a de didática das ciências.

Os estudos de Alves (2010) e de Deus (2010) focaram-se em contextos de formação inicial de professores do 1.º ciclo do ensino básico, igualmente no âmbito de uma disciplina da área das Metodologias de Ensino das Ciências. Fazendo parte do mesmo projeto que integrou o estudo anteriormente referido, tinham também como objetivo analisar a importância do contexto de formação na evolução das aprendizagens dos futuros professores, quanto às mesmas características de *o que* e de *o como* do ensino/aprendizagem das ciências. Contudo, nestes estudos, as aprendizagens foram analisadas em termos de ideias dos participantes e, também, em termos de práticas na sala de aula, em contexto de estágio. Nestes estudos, os resultados salientaram algumas fragilidades em características pedagógicas dos contextos específicos de formação que estudos anteriores mostraram ser

potenciadoras de uma eficiente aprendizagem. Alves (2010) enuncia como fragilidades a desvalorização do trabalho experimental e da relação entre ciência e metaciência, a existência de um baixo nível de exigência conceptual e de um baixo grau de explicitação do texto que os formandos deveriam adquirir. Ambos os estudos revelaram, ainda, que a formação pouco contribuiu para a evolução do desempenho dos formandos, ou seja, para a aquisição de regras de reconhecimento e de realização para características relacionadas com *o que* e com *o como* do ensino/aprendizagem das ciências, já que evidenciaram dificuldades de compreensão da importância de algumas características pedagógicas na aprendizagem científica, acentuadas ao nível da intervenção nas práticas pedagógicas.

Estes aspetos interessam particularmente à segunda fase da presente investigação (estudo de caso) em relação à análise do desempenho dos estudantes. Esse desempenho foi apreciado, em parte, e como se irá explicar de seguida, pela posse da orientação específica de codificação (regras de reconhecimento e de realização) para o contexto em estudo e de disposições socioafetivas favoráveis (aspirações, motivações e valores) à produção do texto adequado a esse contexto (Morais & Neves, 2003).

3.1.2. Orientação específica de codificação

Segundo Bernstein (1990), a produção textual num determinado contexto depende da posse de *orientação específica de codificação* para esse mesmo contexto. Neste quadro teórico diz-se que os sujeitos (por ex., os estudantes, futuros professores) revelam a posse de orientação específica de codificação para um determinado contexto quando possuem regras de reconhecimento, isto é, são capazes de reconhecer a especificidade desse contexto e distingui-lo de outros contextos e regras de realização, que lhes permitem selecionar e produzir o texto adequado àquele contexto. As regras de reconhecimento criam os meios para que ocorra a distinção entre contextos e, conseqüentemente, para que se dê o reconhecimento da especificidade que caracteriza um determinado contexto. As regras de realização criam meios para a seleção dos significados adequados ao contexto – componente passiva das regras de realização – e para a produção do texto requerido nesse contexto – componente ativa da realização. Deste modo as regras de reconhecimento regulam as regras de realização (Figura 2.6).

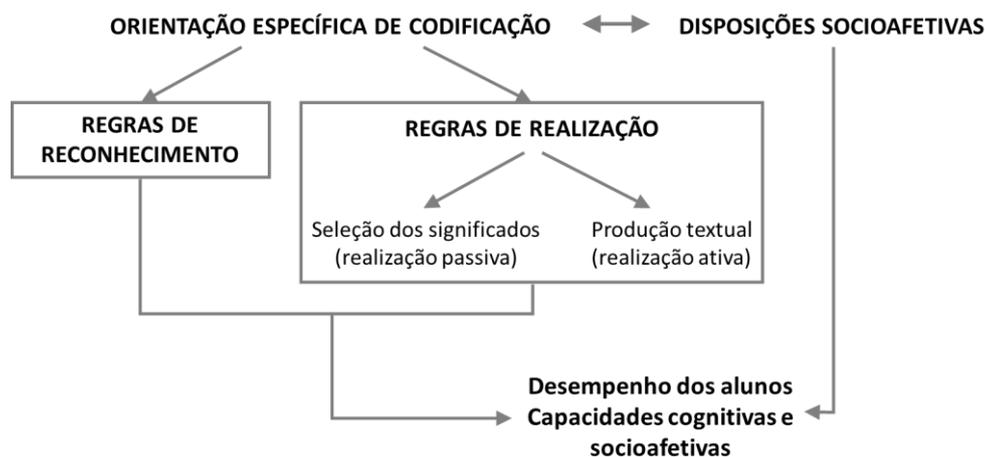


Figura 2.6. Orientação específica de codificação, disposições socioafetivas e desempenho dos alunos em contextos específicos (Morais & Neves, 2001).

Ao nível da formação de professores pode afirmar-se que as características de uma determinada modalidade de formação (em termos de *o que* se ensina e *como* se ensina, conforme as características de uma dada prática pedagógica) condicionarão o acesso dos estudantes à posse de orientação específica de codificação para as componentes do processo de ensino/aprendizagem. Por exemplo, o estudo sobre formação de professores do 1.º ciclo do ensino básico, atrás referido (Afonso, 2002; Afonso, Neves & Morais, 2005), mostrou que, em termos de orientação específica de codificação, o desenvolvimento profissional dos professores pode ser visto através da aquisição de regras de reconhecimento e de realização, passiva e ativa, para um conjunto de características da prática pedagógica.

Assim, no contexto da formação inicial, o sucesso de cada um dos estudantes depende, quer da aquisição de regras de reconhecimento para distinguir a especificidade dos vários contextos de aprendizagem, quer das regras de realização necessárias para selecionar e produzir os textos adequados a esses contextos. Durante a formação, a produção desse texto, ou seja, a realização ativa, será feita, com frequência, ao nível da argumentação³⁷. Só em situação de estágio, a produção do texto corresponderá à atividade do futuro professor numa prática real em sala de aula, ou seja, à realização ativa ao nível da implementação. Tomando como exemplo a metaciência, diz-se que um estudante possui as regras de reconhecimento

³⁷ A fim de desenvolver a linguagem externa de descrição e para uma melhor compreensão das várias dimensões da orientação específica de codificação, Alves e Morais (2012) estabeleceram os níveis de argumentação e de implementação no que diz respeito às regras de realização ativa. A realização ativa a nível de argumentação significa que o professor pode dizer o que vai fazer em sala de aula (por exemplo, numa situação de entrevista), referindo-se a uma dada característica pedagógica. A realização ativa a nível de implementação significa que o professor se pode comportar, no contexto de sala de aula, de acordo com o que ele diz.

se for capaz de distinguir um contexto em que se explore essa componente e também terá regras de realização passiva se for capaz de justificar corretamente a escolha desse contexto. A posse de regras de realização ativa em termos de argumentação significa que o estudante é capaz de exemplificar como incluía a metaciência numa atividade de ensino/aprendizagem das ciências. Por fim, a posse de regras de realização ativa ao nível da implementação só é evidenciada na passagem da teoria à prática, ou seja, quando o estudante (estagiário) desenvolve na sala de aula, com os seus alunos, atividades que exploram aspetos metacientíficos (conhecimentos e/ou capacidades). Na presente investigação, no contexto de formação numa unidade curricular de cariz didático, apenas foi possível apreciar a posse de realização ativa em termos de argumentação.

Note-se que, de acordo com o modelo teórico, quando os estudantes não manifestam o desempenho adequado isso pode não significar falta de regras de reconhecimento, de realização ou de ambas. Tal facto pode dever-se à falta de motivações, interesses e valores (disposições socioafetivas) favoráveis à produção do texto adequado (Figura 2.6). Por exemplo, no estudo de Santos (2010), anteriormente referido, a autora relata que a análise da influência relativa da orientação específica de codificação e das disposições socioafetivas dos estudantes no seu desempenho não conduziu a resultados conclusivos. No caso da turma da professora cuja prática se aproximou mais das características do modelo da prática pedagógica mista, todas as alunas tinham disposições socioafetivas positivas e no caso da turma da outra professora surgiram uma variedade de padrões contraditórios que limitaram a análise que se pretendia fazer em termos de compreender a influência relativa da orientação específica de codificação e das disposições socioafetivas no desempenho dos estudantes. Apesar disso, no estudo ficou claro que as disposições socioafetivas se revelaram como um fator de discriminação entre estudantes, em termos da sua relação com o professor e a respetiva prática pedagógica, o que pode ter influenciado o desempenho dos estudantes.

De realçar que, na presente investigação, os conceitos acima mencionados e os modelos de análise, usados nos referidos estudos, foram elementos-chave para a apreciação das aprendizagens relacionadas com a compreensão da metaciência e a importância de usar esta abordagem no ensino/aprendizagem das ciências ao nível do 1.º ciclo do ensino básico.

3.2. Estruturas de conhecimento

No desenvolvimento da sua teoria do discurso pedagógico, Bernstein (1999) centrou-se nas *formas discursivas* e tomou-as como critério para fazer a distinção entre dois tipos de discursos: o discurso “horizontal” e o discurso “vertical”. O *discurso horizontal*, habitualmente conotado com o senso comum, é constituído por segmentos de conhecimento local, organizados e dependentes de um contexto específico, que transportam uma carga afetiva, visam objetivos imediatos e são relevantes para a gestão do quotidiano. Já o *discurso vertical*, correspondente ao conhecimento escolar, pode assumir a forma de uma estrutura coerente e hierárquica ou a forma de uma série de linguagens especializadas com modos específicos de questionamento e critérios especializados para a produção e circulação de textos. É dentro do *discurso vertical* que Bernstein situa as *estruturas* do conhecimento, distinguindo as estruturas *hierárquicas* (de que são exemplo as ciências naturais), com grande potencial de integração de novos conhecimentos, e as estruturas *horizontais* (como é o caso das ciências sociais e das humanidades) que se desenvolvem por adição de novas linguagens. Esta teorização poderá ter relevância para o presente estudo, dado que este envolve estudantes da Licenciatura em Educação Básica com diferentes percursos escolares no ensino secundário: uns frequentaram a área de *Ciências e Tecnologias* e outros a área de *Línguas e Humanidades*, ou seja, áreas do saber que proporcionam uma diferente socialização em termos de conhecimento escolar. É também de salientar que a relação intradisciplinar entre conhecimento metacientífico e científico, que será objeto de análise na presente investigação, pode ser vista como uma relação entre conhecimentos de diferentes estruturas – um conhecimento de estrutura hierárquica (o científico) e um conhecimento de estrutura horizontal (o metacientífico), tal como mostra a Figura 2.7.

Como afirmam Ferreira e Morais (2010), “o *que* científico do ensino-aprendizagem das ciências corresponde a uma estrutura hierárquica do conhecimento, enquanto o *que* da metaciência corresponde a uma estrutura horizontal do conhecimento” (p. 125). Tomando como exemplo o caso de disciplinas científicas como a Biologia ou a Física, pelo facto de se tratarem de formas de conhecimento com uma estrutura hierárquica, não se coloca o problema de saber se se está a falar ou a escrever sobre a Biologia ou a Física, mas, tão só, se se está a usar com correção e rigor a linguagem conceptual de cada uma das disciplinas.

Nestas formas de conhecimento a passagem de uma teoria para outra (por exemplo, do fixismo para o evolucionismo em Biologia) não indica uma quebra da linguagem mas

simplesmente uma extensão do poder descritivo e explicativo da linguagem. O mesmo não acontece em relação ao conhecimento metacientífico, pois tratando-se de um conhecimento de estrutura horizontal, desenvolve-se com a introdução de uma ou mais novas linguagens a que está associado um novo conjunto de questões e relações, aparentemente uma nova problemática e um novo grupo de estudiosos que adotam a nova linguagem. De facto, para cada uma das disciplinas metacientíficas – filosofia, história, psicologia, sociologia – existem várias linguagens paralelas consoante o posicionamento ideológico dos investigadores, como por exemplo, no caso da filosofia, o positivismo lógico, o empirismo construtivo ou o realismo científico.

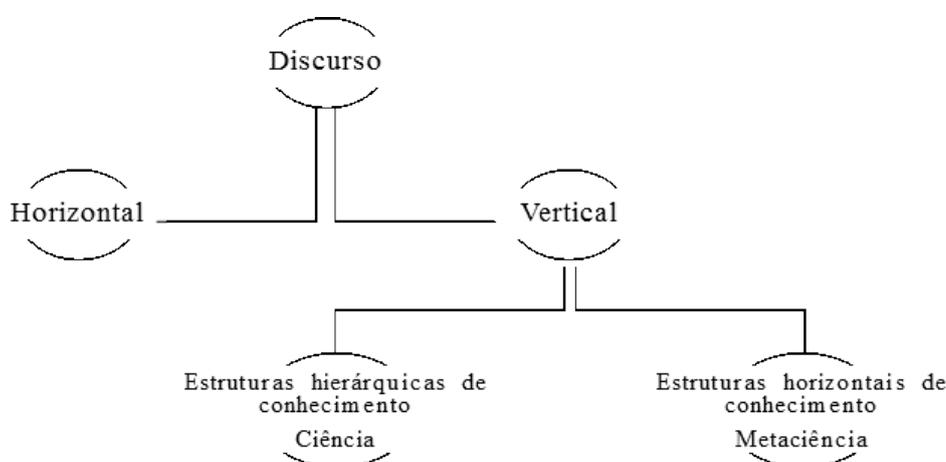


Figura 2.7. Discursos horizontais e verticais (adaptado de Bernstein, 1999).

Para além dos estudos sobre a inclusão da metaciência nos currículos, anteriormente referidos (Alves, 2007; Calado, 2007; Castro, 2006; Ferreira, 2007; Ferreira & Morais, 2010), apontarem para um baixo nível de conceptualização do conhecimento metacientífico e fracas relações intradisciplinares entre conhecimento científico e metacientífico, também em estudos sobre manuais escolares (Calado & Neves, 2012; Figueiredo 2013; Pereira & Amador, 2007) e práticas pedagógicas (e.g., Alves, 2010; Alves & Morais, 2012) se encontraram situações paralelas.

Num estudo com dois manuais escolares de Ciências Naturais do 9.º ano de escolaridade, Calado e Neves (2012) verificaram que a mensagem dos dois manuais analisados praticamente não valorizava o conhecimento metacientífico. Figueiredo (2013), nas conclusões de um estudo em que, entre outros aspetos, analisou o discurso veiculado por dois manuais escolares do 8.º ano de escolaridade – um de Ciências Naturais e outro de Físico-Química – sobre a natureza da ciência, realça a omissão de uma dimensão crítica sobre a ciência no mundo atual e afirma que além dessa ausência se verifica “a transmissão

de perspectivas desatualizadas sobre a natureza da ciência, de concepções ingênuas sobre as soluções para os problemas ambientais” (p. 483), legitimando uma certa forma de ensinar que visa, principalmente, “a transmissão de um conjunto de saberes acabados que devem ser memorizados pelos alunos” (*ibid.*).

Quanto às práticas pedagógicas, num estudo que envolveu duas professoras a lecionarem Ciências Naturais (3.º ciclo do ensino básico), Alves e Morais (2012) constataram que as duas professoras implementaram práticas em que o conhecimento metacientífico e a sua relação com o conhecimento científico estavam ausentes. Perante os resultados destas investigações, parece ser possível afirmar que os autores de currículos de ciências, os autores de manuais escolares e os professores de ciências têm tido dificuldades em operacionalizar o conhecimento metacientífico, explorando perspectivas multidimensionais e abrangentes, e estabelecer a relação entre a metaciência e o conhecimento científico. Perante os resultados dos referidos estudos, pode admitir-se que, pelo menos no caso dos estudantes, envolvidos na presente investigação, que apenas frequentaram disciplinas da área das ciências naturais até ao final do 9.º ano de escolaridade, o contacto com a metaciência tenha sido pontual e pouco explorado.

A distinção feita por Bernstein (1999) entre discursos horizontal e vertical pode ajudar a explicar estas dificuldades. De facto, o ensino da metaciência implica um posicionamento “duplo” dos professores de ciências ao nível de *o que* ensinar: têm de lidar, desejavelmente em harmonia, com um *que* com uma estrutura hierárquica (ciência) e com um *que* caracterizado por ter uma estrutura horizontal (metaciência). A estrutura horizontal do conhecimento metacientífico, sendo diferente da estrutura hierárquica do conhecimento científico, poderá levantar dificuldades de operacionalização aos professores de ciências, socializados em estruturas hierárquicas do conhecimento, como é o caso das disciplinas de Biologia, Química, Física ou Geologia, durante a sua formação académica.

No caso da segunda fase da presente investigação, o contexto de formação pode ser considerado um pouco mais complexo do que os contextos de ensino/aprendizagem anteriormente referidos porque envolve o contributo das disciplinas que contribuem para o conhecimento didático. Como refere Morais (2002), seria desejável que a didática das ciências se constituísse “como um espaço privilegiado de aplicação, interligação e reflexão dos conhecimentos apreendidos pelos alunos em Psicologia, Filosofia, História e Sociologia da Educação e ainda Pedagogia” (p. 52), esbatendo as fronteiras entre estas disciplinas. De facto, os conhecimentos de educação em geral e, como tal, o conhecimento didático, também

possuem uma estrutura horizontal com várias linguagens conceptuais paralelas. Sendo o contexto de formação uma unidade curricular de cariz didático, estão envolvidas relações entre conhecimentos de estruturas horizontais distintos – conhecimento metacientífico e conhecimento didático – e um conhecimento de estrutura hierárquica (científico) ainda que a título subsidiário, por estar subjacente às atividades de aprendizagem focadas na abordagem da metaciência no ensino/aprendizagem das ciências, em particular, ao nível do 1º ciclo do ensino básico.

Tendo, ainda, em conta a teorização de Bernstein sobre as estruturas de conhecimento (1999), Morais e Neves (2012) afirmam poder defender-se que uma compreensão significativa do conhecimento científico requer elevados níveis de complexidade e abstração inerentes à estrutura hierárquica daquele conhecimento, de onde decorre que “a exigência conceptual da educação científica deve ser elevada e deve ser elevada para *todos* os alunos” (p. 70). De acordo com Morais e Neves (2012), a exigência conceptual é “definida como o nível de complexidade em educação científica traduzido pela complexidade do conhecimento científico e pela força da fronteira das relações intradisciplinares entre conhecimentos distintos de uma dada disciplina científica e também pela complexidade das capacidades cognitivas” (p. 67).

Considerando o modelo do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000), a exigência conceptual no ensino das ciências inclui aspetos relacionados com *o que* do ensino/aprendizagem, isto é, com os conhecimentos científicos e as capacidades cognitivas e com *o como* (relações intradisciplinares) do discurso pedagógico. Embora se partilhe esta perspetiva sobre o ensino das ciências, dado o foco da presente investigação ser a metaciência e a importância da sua abordagem no ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, não se usou o conceito de exigência conceptual em nenhuma fase da investigação. Privilegiou-se uma abordagem da metaciência conceptualizada em termos da abrangência dos aspetos (conhecimentos e capacidades) inerentes às quatro dimensões metacientíficas em estudo, quer na análise das conceções dos estudantes, quer na análise dos programas da formação que frequentaram na Licenciatura em Educação Básica. Quanto ao contexto de formação, a conceptualização adotada foi considerada como a adequada a uma situação em que, para a maioria dos estudantes, seria uma primeira oportunidade de abordar o conceito de ciência e do seu ensino numa perspetiva abrangente e multidimensional, diferente do que teria experienciado na sua formação académica anterior ao ensino superior.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

Of course, one would like to have both: a representative range of people (however the group is composed [...]) and 'indepth' insightful information and understanding of them as individuals. In a sense this is about the competing virtues of two 'main methods' – the *survey* and the *case study*. Surveys give you large-scale data that are relatively superficial; case studies give you in-depth data with limited claims to representativeness. The two methods are often combined (particularly illustrative case studies supplementing large-scale surveys).

Gillham (2004)

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentam-se as opções metodológicas utilizadas na investigação e os quadros teóricos em que se sustentam, começando-se por situá-las no quadro das metodologias de investigação. A descrição pormenorizada das diferentes etapas metodológicas está organizada nas duas secções que se seguem ao enquadramento teórico da metodologia da investigação.

Tendo como finalidade dar resposta ao problema global, “Que concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências têm os estudantes, futuros professores, e de que forma essas concepções podem ser influenciadas por contextos de formação inicial que explorem, de forma explícita, conhecimentos e capacidades relacionados com a metaciência e o seu

significado no ensino/aprendizagem das ciências?”, a investigação foi estruturada em duas fases conceptual e metodologicamente interligadas.

A primeira fase da investigação possui características de um estudo exploratório ou de tipo *survey*, prosseguindo uma orientação metodológica mais próxima das abordagens quantitativas. Nesta fase, realizaram-se dois tipos de “levantamentos” de informação (recolha de dados). O primeiro, sobre as concepções dos estudantes, pretende dar resposta à primeira questão de investigação: “Quais são as concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências dos estudantes que frequentam o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica?”. O segundo, focado em programas da formação inicial (análise curricular), procurou responder à segunda questão de investigação: “Qual o papel da formação conferida nas Escolas Superiores de Educação, durante os dois primeiros anos da licenciatura, nas concepções dos estudantes?”

A segunda fase da investigação possui, em termos metodológicos, características de um estudo de caso, na medida em que o enfoque é um acontecimento real que se pretende compreender em profundidade. Nesta fase, pretende-se dar resposta à terceira questão de investigação: “Em que medida um contexto de formação, implementado através de uma prática pedagógica sustentada em materiais curriculares que contemplam um ensino explícito da metaciência e sua relação com o ensino das ciências, contribui para a evolução das concepções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências?”

Em relação à primeira fase da investigação, começa-se por explicitar os procedimentos usados para a seleção da amostra e, em seguida, descrevem-se e caracterizam-se os participantes. Apresenta-se uma descrição detalhada da metodologia usada para identificar as concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências dos estudantes e, também, para fornecer os dados demográficos e outros que permitiram caracterizar com maior detalhe os estudantes envolvidos nesta fase da investigação. Segue-se a apresentação dos aspetos de natureza metodológica que orientaram a recolha, tratamento e análise dos dados relacionados com a análise curricular, em que se procede a uma explicação detalhada da conceção e aplicação dos instrumentos elaborados para recolher e analisar os dados, de modo a apreciar a inclusão da metaciência na formação ministrada nas escolas participantes na investigação.

A segunda fase da investigação centra-se no caso em estudo. Assim, apresenta-se e caracteriza-se o grupo de estudantes e o professor que implementou um plano de formação, visando o ensino explícito da metaciência e da sua relação com o ensino das ciências. Além

disso, descrevem-se, em detalhe, as opções metodológicas usadas na conceptualização dos materiais curriculares que sustentaram a formação e o modo como foi concebido e aplicado o instrumento de análise destinado a caracterizar a modalidade de prática pedagógica implementada nesse contexto. Por último, descrevem-se e justificam-se os procedimentos metodológicos de organização, tratamento e análise dos dados, relacionados com o desempenho dos estudantes.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

A investigação em educação incorporou algumas das visões em confronto no quadro das metodologias de pesquisa em ciências sociais. Em alternativa à visão tradicional das abordagens ao mundo social, na esteira dos paradigmas positivistas e pós-positivistas de metodologias de investigação quantitativas que imperavam no século XIX e no início do século XX, emergiram as metodologias de investigação qualitativas nos anos 60 do século XX (e.g., Teddlie & Tashakkori, 2009).

O paradigma positivista assume que é possível apreender a realidade de forma objetiva e racional, independente do indivíduo, com recurso a um “método científico”, com etapas bem definidas que todos os investigadores seguem no decurso das suas pesquisas. Apesar do pós-positivismo desafiar a tradicional visão positivista da “verdade absoluta” do conhecimento científico, já que aposta na possibilidade de refutação lógica da teoria, por aplicação do *critério da falsificabilidade* como processo de validação, tal como defende Popper (1972), este paradigma reflete uma filosofia determinista segundo a qual as causas provavelmente determinam os efeitos ou resultados e, como tal, busca a objetividade das inferências, o que exige aos investigadores usarem metodologias com elevados padrões de validade e fiabilidade (Creswell, 2003).

As correntes de investigação que se desenvolvem por oposição à visão tradicional iniciam um conjunto de novas técnicas e paradigmas de investigação de base qualitativa que utilizam, amplamente, uma abordagem interpretativa e se tornam conhecidas por metodologias qualitativas/interpretativas (Bogdan & Biklen, 1994).

Os debates entre os defensores de cada uma destas abordagens, quantitativa e qualitativa, foram particularmente intensos nos anos 80 quando o confronto entre paradigmas assumiu contornos de uma luta pela primazia de um sobre os outros – a chamada

“guerras de paradigmas”³⁸ (Gage, 1989) – acabando por dar razão a Kuhn (1983), quando ele defende que a adoção de um ou outro paradigma depende do *ethos* das comunidades científicas cujos investigadores se juntam para combater os seus pares defensores de paradigmas rivais. Nesta contenda, participaram os defensores do uso de ambas as abordagens na investigação, procurando compatibilizar as perspetivas metodológicas quantitativas e qualitativas. A opção por “métodos mistos” tem vindo a consolidar-se, sustentando-se numa já vasta literatura produzida por autores de referência (e.g., Creswell, 2003; Creswell & Clark, 2011; Teddlie & Tashakkori, 2009). Segundo Bergman (2008a), apesar da crescente popularidade da investigação por métodos mistos nas ciências sociais e comportamentais, entre outras, e do reduzido número de teóricos e investigadores atualmente envolvidos na controvérsia entre metodologias qualitativas *versus* metodologias quantitativas, isso não significa que as “guerras dos paradigmas” estejam terminadas.

2.1. Posicionamento metodológico da investigação

Esta investigação insere-se no campo da investigação educacional, o qual tem sido orientado por quadros metodológicos baseados em distintos paradigmas da investigação em ciências sociais, como se referiu. Segundo Creswell (2003), a investigação quantitativa situa-se no paradigma pós-positivista e desenvolve-se segundo estratégias de *design*³⁹ experimental ou quasi-experimental e de sondagem (*survey*), visando a verificação da teoria ou a explicação de fenómenos a partir de dados numéricos (quantitativos) recolhidos a partir de instrumentos pré-determinados (inquéritos de resposta fechada) possibilitando o tratamento estatístico.

A designação de investigação qualitativa agrupa diversas estratégias que partilham determinadas características: são descritivas, a fonte de dados é o ambiente natural e o investigador é o principal instrumento de recolha de dados, pelo que os dados (qualitativos) são ricos em pormenores, mas muito complexos para permitirem um tratamento estatístico (Bogdan & Biklen, 1994).

³⁸ *Paradigm Wars*, no original em inglês.

³⁹ Na presente investigação, usa-se o termo de origem inglesa *design* porque se considera que a tradução da palavra *design* por “desenho” retira significado ao respetivo conceito.

Ao contrário da investigação quantitativa, onde as questões formuladas são orientadas por hipóteses iniciais e/ou variáveis operacionalmente bem definidas, a abordagem qualitativa formula questões que procuram investigar os fenómenos em extensão, privilegiando os processos de observação e de registo em detrimento dos resultados. Por exemplo, Guba e Lincoln (2005) distinguem dois paradigmas qualitativos: o construtivismo e a teoria crítica (onde estes autores incluem os paradigmas feministas, étnicos, marxistas e, ainda, os estudos culturais). Creswell (2003) faz uma outra sistematização identificando três paradigmas: construtivismo social, advocatório/participativo e pragmatismo. Neste caso, é adicionado um outro paradigma, o pragmatismo, que coloca a maior ênfase no problema e na sua solução, “considerando que o conhecimento emerge mais das ações, situações e consequências do que das condições prévias, como defende o pós-positivismo” (Creswell, 2003, p. 11). Daqui decorrem algumas discordâncias: alguns investigadores pós-modernos mostram preferência pelos estudos descritivos e extensos, reportados de mais criativos e experimentalistas, em que todo o tipo de material se torna objeto de estudo, com a consequente dificuldade de trabalhar um grande volume de informação; atitude diferente é a posição de investigadores como Miles e Huberman (1994) que preferem tornar mais formal a análise racional dos dados, através do estabelecimento prévio de indicadores (categorias), com vista à redução e organização do volume de dados obtidos. Com o tempo, o reconhecimento da utilidade dos dois métodos de análise, qualitativos e quantitativos, na busca de informações conducentes ao estudo de diferentes tipos de questões levou a que se utilizem ambas as estratégias, conduzindo a uma nova abordagem, designada por “métodos mistos” ou “metodologias mistas”, encarada por diversos autores como um terceiro movimento metodológico em alternativa à dicotomia entre os paradigmas qualitativo e quantitativo (Creswell, 2003; Creswell & Clark, 2011; Teddlie & Tashakkori, 2009).

Teddlie e Tashakkori (2006), em função da análise de vários estudos onde se utilizaram estratégias qualitativas e quantitativas, sequencial ou paralelamente, propuseram uma tipologia de *designs* de investigação que seguem uma metodologia mista. Estes autores definem a investigação por métodos mistos como, “uma pesquisa em que o investigador recolhe e analisa dados, integra os resultados e infere, usando tanto as abordagens ou métodos qualitativos como quantitativos num único estudo ou programa de investigação” (p. 15). No ano seguinte, Tashakkori e Creswell (2007) publicam um artigo em que, embora reforçando a importância do uso dos métodos mistos de investigação, descartam as tipologias

de *designs* de métodos mistos anteriormente propostas, reafirmando apenas o valor da consistência e coerência dos procedimentos nas diversas fases de um estudo.

Alguns autores, como Bergman (2008a), discordam desta posição pois consideram que, na adoção dos métodos mistos, é essencial procurar estabelecer os níveis a que uma dada investigação concebe e operacionaliza a “mistura” e, como tal, as tipologias definidas facilitam as opções dos investigadores e possibilitam uma justificação mais clara e compreensiva da metodologia dos estudos. Bergman (2008a) define os métodos mistos de investigação, num projeto singular, como a combinação de uma componente quantitativa e uma componente qualitativa, pelo menos. Este e outros autores, como Tashakkori e Teddlie (2008), têm uma posição crítica em relação ao uso extensivo desta orientação metodológica porquanto corre o risco de se tornar numa “moda” (p. 101). Em muitos casos, pensam tratar-se de uma mera adição de instrumentos ou procedimentos pontuais a uma pesquisa orientada segundo o paradigma quantitativo ou o qualitativo, numa operação cosmética aparentemente mais destinada a prosseguir objetivos políticos e estratégicos do que por razões substantivas subjacentes à metodologia da investigação. Dito de outro modo, os estudos referidos como mistos revelam, por vezes, serem mais uma “adição” de estratégias e técnicas qualitativas e quantitativas, sem terem a preocupação de definir questões de pesquisa relacionadas com os métodos mistos ou, noutros casos, com falta de capacidade para lhes responderem.

Para Bergman (2008b), esta recontextualização das abordagens qualitativas e quantitativas tem uma consequência adicional que comporta vantagens e desvantagens: a recolha de dados e as técnicas de análise têm que estar ligadas de uma forma mais direta e explícita à finalidade da investigação, ao contexto em que se desenvolve e ao seu *design*.

Creswell e Clark (2011) também discutem extensivamente a investigação por métodos mistos, caracterizando um tal *design* de investigação como “um plano geral de ação que relaciona os pressupostos filosóficos com os procedimentos específicos” (p. 5), em que os pressupostos filosóficos guiam a recolha e análise de dados e a mistura das abordagens qualitativa e quantitativa nas várias fases do estudo. Os autores propõem um conjunto de modelos para classificar as investigações por métodos mistos, de acordo com as fases do estudo em que são utilizadas as abordagens qualitativas (QUAL) e quantitativas (QUAN) e a ênfase que a investigação coloca num ou noutro tipo de abordagem, quer seja nos procedimentos de recolha de dados, quer seja nos processos de análise dos dados.

Partindo dos pressupostos enunciados, a presente investigação segue uma orientação metodológica mista⁴⁰ (Creswell, 2003; Creswell & Clark, 2011; Morais & Neves, 2007b; Tashakkori & Teddlie, 2003), reconhecendo-se a utilidade dos diferentes métodos de análise associados à natureza das questões e aos objetivos da investigação. Assim, procurou-se assegurar as condições referidas, ligando as fontes de dados e os procedimentos de recolha e análise de dados, quer na primeira fase mais quantitativa (exploratória), quer na segunda fase mais qualitativa (estudo de caso), à finalidade última da investigação. Além disso, no desenvolvimento da presente investigação no seu todo, procurou-se estabelecer uma relação entre os conceitos teóricos que a suportam e os dados empíricos numa dialética entre o teórico e o empírico, como defendem Morais e Neves (2003), de modo a que os fundamentos teóricos e as análises empíricas interagissem no sentido de uma transformação mútua, conducente a um aprofundamento da realidade que se pretende compreender com precisão e rigor.

Procurou-se traduzir esta relação contribuindo para a construção de uma linguagem externa de descrição que deriva da linguagem interna de descrição, conceptualizadas por Bernstein (2000). A linguagem de descrição, segundo este autor, é um instrumento de tradução em que uma linguagem é transformada noutra, correspondendo a linguagem interna de descrição às teorias e conceitos e a linguagem externa de descrição à fronteira que permite o diálogo entre os dados empíricos e a linguagem interna de descrição. Neste sentido, as análises orientadas por modelos e instrumentos construídos na base da orientação metodológica que combina aspetos dos dois paradigmas de investigação (quantitativo e qualitativo), através do desenvolvimento de uma linguagem externa de descrição resultante da dialética entre os conceitos teóricos (linguagem interna de descrição) e os dados empíricos fornecidos pelos textos e contextos em estudo, possuem um carácter menos subjetivo e mais distanciado de um processo de investigação puramente indutivista, tal como evidenciam diversos estudos do Grupo ESSA que têm usado uma orientação metodológica idêntica (e.g., Ferreira & Morais, 2014; Morais & Neves, 2007b).

⁴⁰ Pelo facto de não existir, ainda, um claro consenso entre as designações usadas pelos diferentes autores para classificar esta perspetiva metodológica (referida como uso de “modelos mistos”, “metodologia mista” ou “métodos mistos”), neste trabalho, optou-se pelo termo “metodologia mista” por se referir à abordagem metodológica que também tem orientado outros estudos do Grupo ESSA, com técnicas de investigação próprias (Morais & Neves, 2007b) e que combinam métodos habitualmente associados às pesquisas de natureza quantitativa e de natureza qualitativa (Tashakkori & Teddlie, 2003; Teddlie & Tashakkori, 2006).

Sendo a integração de abordagens de natureza qualitativa e quantitativa uma característica essencial de uma metodologia mista, reconhece-se a dificuldade em concretizar e justificar esta opção metodológica (Bryman, 2008), atendendo, em particular, à relação entre procedimentos (e dados) qualitativos e quantitativos. No sentido de minimizar essa dificuldade, teve-se em conta o conselho de Bergman (2008a) sobre as vantagens que o uso das tipologias de metodologias mistas representa para o investigador, permitindo-lhe situar as várias etapas da investigação num quadro metodológico coerente. Em seguida, refere-se o modo como ocorreu a integração das abordagens qualitativa e quantitativa na investigação desenvolvida. As opções metodológicas tomadas configuram um *design* organizado segundo os critérios que Teddlie e Tashakkori (2006) definiram para distinguir as tipologias de investigação: (1) o número de abordagens metodológicas usadas (QUAL ou QUAN); (2) o número de fases (uma ou mais) em que o estudo se desenvolve e as etapas que engloba (conceptualização, fase empírica, distinguindo-se os procedimentos metodológicos dos analíticos, e fase inferencial); (3) o modo como se desenvolvem as etapas (paralelamente, em sequência ou por conversão dos tipos de dados); e (4) o grau de integração das duas formas de abordagem nas diversas etapas do estudo. Em termos globais, a presente investigação, engloba os dois tipos de abordagem, a quantitativa (QUAN) e a qualitativa (QUAL), e desenvolve-se em duas fases sequenciais (a fase exploratória e o estudo de caso), integrando nas duas abordagens várias etapas: a de conceptualização, a empírica e a inferencial.

Como se apresentou e discutiu no capítulo da fundamentação teórica, a conceptualização da investigação, de um ponto de vista epistemológico, é teoricamente sustentada nas dimensões de construção da ciência de Ziman (1984, 2000) e em perspetivas metacientíficas usadas em diversos estudos empíricos (e.g., Duschl, 2000; Lederman, 2007; McComas, 1998a) e, de um ponto de vista sociológico, recorre a conceitos da teoria de Bernstein (1990, 1999, 2000). Por isso, em termos empíricos, a investigação parte de uma base racionalista (quantitativa) já que são as ideias e os conceitos sugeridos por aqueles autores que orientam a conceção e a construção dos modelos e dos instrumentos de recolha e de análise dos dados. Contudo, na construção desses modelos e instrumentos teve-se em conta os contextos em análise, de forma a manter uma dialética entre o teórico e o empírico, quer na análise dos dados, quer em termos inferenciais.

A abordagem quantitativa foi usada com maior incidência na primeira fase da investigação. Incluiu um inquérito, através de um questionário (Tuckman, 2012), quando se

procedeu à identificação das concepções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências. Incluiu também uma abordagem exploratória quando se pesquisou, através de análise documental, feita a partir de categorias e indicadores previamente definidos, a inclusão da metaciência nos programas da *Formação na Área de Docência (FAD)* do *Estudo do Meio* (ciências naturais), ministrados nas escolas participantes na primeira fase da investigação.

Na segunda fase da investigação, a ênfase foi colocada numa abordagem fundamentalmente qualitativa. A concepção e a implementação do programa de formação resultaram da conjugação dos modelos e conceitos subjacentes ao quadro teórico da investigação e dos dados empíricos e das inferências produzidas na primeira fase. Visou-se compreender os efeitos de uma formação específica no desempenho dos estudantes, em termos da sua compreensão da metaciência e da importância desta abordagem no ensino das ciências. Esta fase da investigação configura uma metodologia de estudo de caso na medida em que, segundo Yin (2009), se propõe responder a uma questão de investigação do tipo “como”, o investigador tem pouco controlo sobre os acontecimentos e a ênfase é colocada sobre um acontecimento real (o contexto específico de formação). Outras características da segunda fase da investigação associadas a uma metodologia de estudo de caso são: (1) a singularidade do objeto de estudo (o ensino/aprendizagem da metaciência); (2) a situação formal de aprendizagem de uma turma a que é aplicado um programa de formação específico (contexto), com a complexidade inerente a um tal sistema; e (3) a necessidade de uma abordagem profunda do fenómeno e do seu contexto de ação para compreender as suas particularidades e complexidades (Stake, 2009), neste caso a relação entre a formação e o desempenho dos estudantes. Recorrendo novamente a Yin (2009), pode considerar-se que o estudo de caso da presente investigação “é parte de um estudo maior de métodos mistos” já que a investigação conta com um levantamento sobre o modo como a ciência se constrói nas concepções dos estudantes e em programas de formação inicial e “o estudo de caso procura ajudar a investigar as condições em uma das entidades examinadas” (p. 63), aqui representada pela análise da abordagem da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades) num contexto específico de formação.

O facto de a ênfase da presente investigação recair na dimensão qualitativa permite incluí-la, genericamente, numa tipologia que, de acordo com Creswell e Clark (2011) pode ser considerada “sequencial do tipo Quan – QUAL”. De facto, a utilização mais extensa de abordagens qualitativas visou, como refere Patton (2001), “complementar e aprofundar os

pressupostos teóricos e as interpretações que emergiram de outros estudos empíricos” (p. 194). Além disso, o problema geral da investigação (capítulo 1) é abrangente e engloba questões de investigação que implicam uma orientação metodológica tanto de natureza qualitativa como quantitativa, tal como sugerido por Creswell e Clark (2011). Daí que, os procedimentos de recolha, tratamento e análise dos dados integrem aspetos das abordagens quantitativa e qualitativa, como propõem vários autores (e.g., Bergman, 2008b; Johnson & Onwuegbuzie, 2004; Onwuegbuzie & Teddlie, 2003). Decorrente das opções tomadas, usou-se como modelo teórico subjacente à metodologia da presente investigação, o que se apresenta na Figura 3.1.

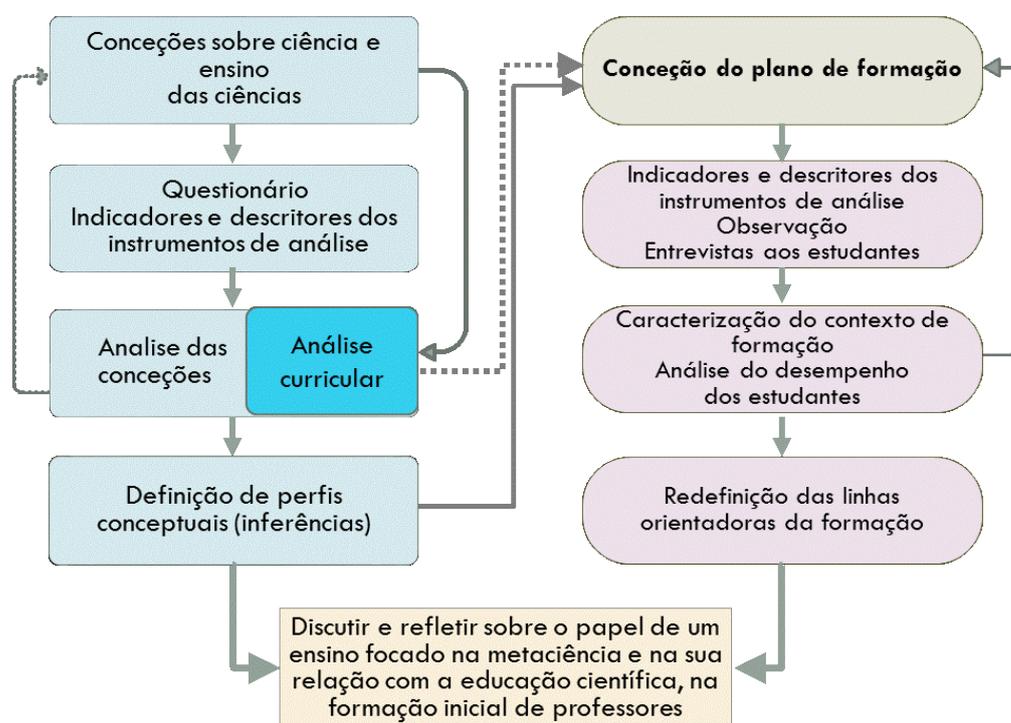


Figura 3.1. Modelo metodológico da investigação (adaptado de Teddlie & Tashakkori, 2006, p.22)

Segundo Onwuegbuzie e Teddlie (2003), num modelo como o adotado (modelo sequencial de metodologia mista) “a análise dos dados inicia-se sempre antes de todos os dados serem recolhidos e as fases de recolha, análise e interpretação dos dados são recorrentes e de natureza não linear” (p. 352). Daí que, na presente investigação, as inferências da primeira fase, realizadas a partir da análise das concepções dos estudantes e da análise curricular, contribuísssem para a conceção do plano de formação (segunda fase) focado no ensino da metaciência e da sua importância para o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

O plano de formação exigiu procedimentos específicos para caracterizar a sua implementação. Recorreu-se à “observação não participante” de aulas e de sessões de apoio ao trabalho dos estudantes, em que a investigadora foi apenas observadora e não interagiu com os estudantes (Patton, 2001; Teddlie & Tashakkori, 2009). Os dados sobre o desempenho dos estudantes, nesse contexto, obtiveram-se recorrendo aos instrumentos de avaliação usados na unidade curricular, a uma entrevista semiestruturada (Apêndice 10) e ao questionário (Apêndice 2.1). Isto significa que estes procedimentos são, também, característicos de um estudo de caso, dado que o recurso a várias fontes de dados, convergindo sobre os mesmos factos e/ou interpretações, procurou assegurar aquilo que Yin (2009) designou por “uma tática essencial [...] de forma que os dados convirjam de modo triangular” (p. 2) visando gerar “um encadeamento de evidências” que estabelecessem vínculos entre as questões de investigação formuladas, os dados recolhidos e as inferências, de forma a aumentar a qualidade do estudo. Yin (2009) alerta, ainda, os investigadores para a circunstância de “sem essas múltiplas fontes [de dados], uma vantagem valiosa da estratégia de estudo de caso terá sido perdida” (p. 118) e, em consequência, uma investigação que se iniciou como um estudo de caso poderá transformar-se numa outra coisa como, por exemplo, um “estudo de entrevista”.

Na análise dos resultados obtidos, procurou-se dar conta de todas as evidências obtidas, tal como recomenda Yin (2009), enquadrando-as nas características em estudo (categorias) que, de acordo com o problema geral da investigação, orientaram a recolha e a análise de dados. Relativamente às inferências globais do estudo, procurou-se tirar conclusões para responder ao problema e às questões de investigação que não seriam alcançáveis apenas com recurso a abordagens só qualitativas ou só quantitativas, tal como referem Bryman (2008) e Teddlie e Tashakkori (2006, 2009). Estes autores designaram as inferências a que se pode chegar com este modelo de metodologia mista por meta-inferências que, no caso da presente investigação, pretendem contribuir para a discussão e reflexão sobre o papel do ensino da metaciência na formação inicial dos professores (Figura 3.1).

De realçar, ainda, que a constituição da amostra dos participantes nas duas fases da investigação se baseou em dois procedimentos considerados sequenciais por Teddlie e Yu (2007), em termos de uma metodologia mista. Um, de cariz quantitativo, consistiu na seleção de uma amostra de Escolas Superiores de Educação do ensino público que oferecem a Licenciatura em Educação Básica. Nesta amostra incluíram-se todos os estudantes a frequentarem pela primeira vez o 3.º ano da licenciatura, nas escolas selecionadas. O outro

procedimento consistiu numa seleção, por conveniência (qualitativa), de uma amostra com um número reduzido de estudantes (a turma envolvida na formação) e do respetivo professor, de uma das escolas, que aceitaram participar na fase da investigação relativa à implementação do plano de formação. Como refere Yin (2009), trata-se de uma forma de seleção intencional da amostra muito próxima de um estudo de caso único, numa situação singular, dado o acesso particular da investigadora ao caso “cuja identidade já era conhecida desde o início da investigação” (p. 91). De acordo com Stake (2009) é “...um caso de fácil acesso para acolher a investigação quer em termos de tempo quer em termos de acesso ao trabalho de campo” (p. 20).

2.2 Validade e fiabilidade da investigação

A aceitação de uma qualquer investigação baseia-se na credibilidade que possa ter junto de outros investigadores. Para Lincoln e Guba (1985), a credibilidade representa a confiança na "verdade" dos resultados e pode ser garantida, na pesquisa qualitativa, através de diversas técnicas como a triangulação, o envolvimento prolongado do investigador, a observação sistemática e o testemunho de pares, entre outras. Segundo Silverman (2001), o problema da credibilidade reside na maneira como se categorizam os acontecimentos ou atividades desenvolvidas na investigação, o que remete para as questões da validade⁴¹ e, também, para o problema da fiabilidade.

Na literatura encontram-se definidos muitos tipos diferentes de validade e de fiabilidade, sendo claro que não é fácil garantir a validade de uma investigação (Tuckman, 2012) já que as ameaças à validade e à fiabilidade nunca podem ser completamente apagadas, quer se proceda a uma metodologia de investigação quantitativa ou qualitativa. Contudo, os seus efeitos podem ser atenuados prestando atenção aos métodos e procedimentos de amostragem, recolha, análise e interpretação dos dados suscetíveis de garantir a validade e a fiabilidade ao longo de um trabalho de investigação, ainda que os

⁴¹ Dada a diversidade de designações usadas por vários autores quando se referem à validade da metodologia mista, na presente investigação optou-se por usar o termo *validade*, generalizadamente aceite pelos investigadores que prosseguem diferentes paradigmas metodológicos (e.g., Creswell & Clark, 2011; Teddlie & Tashakkori, 2009; Yin, 2009). Pelas mesmas razões fez-se uma breve alusão aos aspetos que dizem respeito à validade interna e aos que se relacionam com a validade externa do estudo.

critérios para as avaliar difiram consoante se trate de uma investigação de cariz quantitativo ou qualitativo (Cohen, Manion & Morrison, 2007).

Em termos gerais e simplificados, pode dizer-se que a validade está relacionada com a capacidade de mostrar que os procedimentos da investigação “medem o que é suposto medir”. A fiabilidade está relacionada com o grau de consistência com que os dados recolhidos são atribuídos à mesma categoria por diferentes observadores ou pelo mesmo observador em diferentes ocasiões. Para ultrapassar algumas fragilidades de situações de investigação, Tuckman (2012) considera dois princípios essenciais: a validade interna e a validade externa. Para este autor um estudo “tem *validade interna* se o seu resultado se apresenta mais em função do programa ou da abordagem a testar do que de outras causas não sistematicamente relacionadas com esse estudo” (p. 51). Neste sentido, a validade interna é uma exigência própria da natureza da investigação e envolve todas as suas fases, desde a conceção à possibilidade de aceitação pelos pares dos resultados obtidos pelo investigador. Quanto à validade externa, Tuckman considera que “um estudo tem *validade externa* se os resultados obtidos forem aplicáveis no terreno a outros programas ou abordagens similares” (p. 52). Isto significa que o investigador, a partir dos processos de investigação utilizados, tem confiança nos resultados obtidos com vista à sua generalização. No que diz respeito à fiabilidade, Tuckman⁴² refere-se em particular aos procedimentos quantitativos de uma investigação (observação e medida) e caracteriza a fidelidade dos instrumentos (baseada, principalmente, em procedimentos estatísticos) em termos da produção de medidas consistentes, sem as quais a validade interna de qualquer investigação será afetada.

Segundo Cohen, Manion e Morrison (2007), numa investigação de natureza quantitativa, a validade relaciona-se com a possibilidade de se efetuarem inferências estatísticas significativas para a população, a partir dos resultados alcançados com a amostra estudada, e a fiabilidade está relacionada com a estabilidade dos resultados ao longo do tempo. Isto significa que a serem garantidas estas condições o investigador poderá ambicionar alcançar, quer a validade interna, quer a validade externa do estudo, nos termos apresentados por Tuckman (2012). Numa investigação de natureza qualitativa, o investigador deve procurar reduzir as ameaças à validade e fiabilidade, em particular no que

⁴² Apesar de Tuckman (2012) na 4ª edição atualizada do *Manual de investigação em educação* incluir um capítulo sobre investigação qualitativa (Capítulo 16), não discute especificamente as questões da fiabilidade relativamente aos procedimentos de natureza qualitativa.

diz respeito aos dados recolhidos, atendendo a que neste tipo de abordagem, os resultados também incorporam a subjetividade das ideias, perspectivas e atitudes dos participantes (e.g., Cohen, Manion & Morriison, 2007; Patton, 2001).

No caso da metodologia mista, que interessa particularmente à presente investigação, as questões da validade e da fiabilidade são encaradas em relação aos procedimentos qualitativos e quantitativos dos estudos. A título de exemplo, refere-se que, segundo Teddlie e Tashakkori (2009), a credibilidade e os modos de a atingir (técnicas) tem sido usada na investigação qualitativa com um significado análogo à validade interna, o que representa a *qualidade das inferências* no âmbito da metodologia mista. Esta designação foi proposta pelos defensores das investigações por metodologia mista de modo a incorporar os termos validade interna e conclusões estatisticamente válidas associados aos procedimentos de investigação quantitativa e os termos confiança e credibilidade associados à investigação qualitativa. Assim, a qualidade das inferências representa a extensão com que as interpretações e conclusões elaboradas com base nos resultados da investigação vão ao encontro dos padrões de rigor, validade, credibilidade e grau de aceitação de uma investigação, ou seja, consiste na qualidade do *design* e no rigor interpretativo (Teddlie & Tashakkori, 2009).

Com base nestas ideias, em termos estratégicos, existiu a preocupação em reduzir o carácter subjetivo do *design* da investigação, das observações e das interpretações, garantindo o uso de critérios que contribuíssem para a sua credibilidade, em particular na componente qualitativa, onde foi colocada a ênfase da presente investigação. Por exemplo, como recomenda Stake (2009), a investigadora usou procedimentos semelhantes ao de um estudo de caso, quando registou os dados, examinou o seu significado e reorientou as observações para aperfeiçoar as informações registadas (notas de campo) ou o rigor das interpretações. No geral, tiveram-se em conta os pressupostos de Patton (2001): (1) uso de métodos rigorosos para a recolha de dados que foram sistematicamente analisados e validados; (2) clareza e coerência do papel da investigadora que realizou todos os procedimentos da investigação; e (3) escolha de um paradigma investigativo que orientou os procedimentos, a análise e a interpretação, a partir dos pressupostos do estudo, neste caso uma metodologia mista (Figura 3.1).

Neste sentido, houve um cuidado particular no estabelecimento e uso de categorias de análise padronizadas e na pilotagem e validação dos instrumentos de análise usados. Recorreu-se à adaptação e reformulação dos instrumentos de recolha e análise de dados que

já foram utilizados em estudos empíricos do grupo ESSA (Alves & Morais, 2006; Castro & Morais, 2005; Ferreira, Alves, Calado, Morais & Neves, 2006; Silva, Morais & Neves, 2006) no sentido de se aumentar a consistência entre os objetivos da investigação, a recolha de dados e os próprios dados recolhidos. Estes são alguns dos critérios referidos por Morais e Neves (2007b) para assegurar a validade interna do estudo, a par da obtenção de dados durante um longo período de observações e da comparação entre dados obtidos a partir de várias fontes (triangulação). Deste modo, procurou-se assegurar a validade interna da investigação a partir do quadro teórico em que se fundamenta (validade de conteúdo), da consistência entre as duas fases da investigação e as várias etapas dos procedimentos investigativos e da triangulação de dados (Yin, 2009). O uso original do termo “triangulação” na literatura da metodologia das ciências sociais, como afirma Hammersley (2008), refere-se à validação de uma interpretação baseada numa única fonte de dados, recorrendo, pelo menos, a uma outra fonte de um diferente tipo estratégico. Deste ponto de vista, pode envolver a comparação de dados obtidos por diferentes métodos – e, portanto, também os quantitativos e qualitativos – pois o objetivo é testar a validade das inferências descritivas. Para esta autora, muitos investigadores discutem a aplicação deste conceito “trigonométrico” às metodologias mistas. No entanto, o conceito original está nitidamente ligado à falibilidade do inquérito e não privilegia nenhuma fonte de dados como sendo prioritária em relação às outras fontes usadas. A questão fundamental, segundo Hammersley (2008), “diz respeito ao pressuposto de que há uma realidade singular cujas características se podem conhecer através do uso de diversas fontes de dados, métodos, abordagens e outros dispositivos de investigação” (p. 25) e é nesta aceção que a triangulação é entendida na presente investigação. Como atrás se descreveu, o “estudo maior” utilizou diversas fontes de dados (documentais e de observação direta), modelos de análise construídos na base da teoria que o suporta e procedimentos característicos das abordagens qualitativas e quantitativas na recolha, tratamento e análise dos dados.

Especificando melhor, de acordo com a perspetiva defendida por Teddlie e Tashakkori (2009), procurou-se relacionar a metodologia mista com a qualidade do *design* de investigação e com a qualidade das inferências. No que concerne o *design* da investigação, a robustez conceptual do quadro teórico subjacente e a permanente dialética entre o teórico e o empírico que caracterizou os procedimentos metodológicos, contribuíram para garantir a validade da investigação. No que diz respeito à qualidade (rigor) das inferências, para além da investigação se sustentar num quadro teórico robusto, a validade foi reforçada quando os

dados de análise foram submetidos à apreciação de outra investigadora familiarizada com o quadro teórico da investigação e as diferenças identificadas foram discutidas e objeto de um consenso final. Quanto à eficácia da integração das abordagens qualitativa e quantitativa, tendo em conta o design da investigação e os contextos onde se desenvolveu, como Bergman refere (2008b), procurou-se que as conclusões permitissem uma compreensão mais abrangente do objeto de estudo e uma ligação explícita à finalidade da investigação, de forma a responder ao problema e às questões de investigação de um modo que, como já se referiu, não seria possível caso se tivesse optado por uma única abordagem metodológica (qualitativa ou quantitativa). Finalmente, não se pretendeu generalizar os resultados da investigação (validade externa), embora se admita o seu possível contributo para a formulação de algumas orientações sobre a formação dos professores na componente de ciências naturais (Estudo do Meio) da Licenciatura em Educação Básica e/ou de outras hipóteses de trabalho que possam ter aplicabilidade naquele contexto ou em contextos semelhantes.

3. PRIMEIRA FASE DA INVESTIGAÇÃO: CONCEÇÕES DOS ESTUDANTES E ANÁLISE CURRICULAR

A primeira fase da investigação foi orientada pelos seguintes objetivos: (1) Analisar as conceções de estudantes que frequentam o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica em Escolas Superiores de Educação públicas, sobre ciência e sobre o ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico; e (2) Analisar a relação das conceções com a inclusão da metaciência nos programas das unidades curriculares de *Formação na Área de Docência do Estudo do Meio* (ciências naturais) que integram os planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica (1.º e 2.º anos) nas instituições frequentadas pelos estudantes participantes na investigação.

Como tal, recolheram-se dados para: (1) caracterizar a amostra global, recorrendo a medidas demográficas e outras consideradas de interesse para a presente investigação; (2) identificar e analisar as conceções sobre ciência e sobre o ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico dos estudantes que integravam essa amostra; e (3) apreciar a presença da metaciência nos programas de formação da licenciatura, oferecida pelas escolas participantes.

Nesta secção descrevem-se e discutem-se os procedimentos metodológicos utilizados para a conceção e aplicação dos instrumentos utilizados na recolha de dados e para a análise dos resultados obtidos. De forma a caracterizar a amostra e a identificar as concepções dos estudantes inquiridos, recolheram-se dados com base num questionário, integrando questões abertas e fechadas, o que corresponde a um procedimento que combina abordagens qualitativas e quantitativas.

Os dados apurados foram tratados recorrendo a processos de natureza estatística (quantitativo), facilitando a sua análise face a um modelo teoricamente sustentado (Tuckman, 2012). Com vista a apreciar a formação oferecida pelas escolas participantes nesta fase da investigação, analisou-se o discurso pedagógico, relacionado com a metaciência, contido nos programas, recorrendo a instrumentos de análise curricular construídos/adaptados com base em categorias fornecidas por um quadro teórico, mas contendo indicadores derivados diretamente dos documentos (textos) em análise. Os dados recolhidos foram sujeitos a uma análise interpretativa, ou seja, “a procedimentos sistemáticos e objetivos da descrição do conteúdo das mensagens” (Bardin, 2009, p. 40), de modo a permitir ao analista “tirar partido do tratamento das mensagens para inferir conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou sobre o seu meio” (*ibid.*, p. 41), neste caso sobre a presença da metaciência nos programas, o que corresponde a processos metodológicos de natureza qualitativa. Contudo, para categorizar e caracterizar as mensagens contidas nos vários programas, os dados foram convertidos em valores numéricos e/ou percentuais, ou seja, quantificaram-se os dados descritivos (Bardin, 2009), o que corresponde a um procedimento mais próximo das metodologias de natureza quantitativa (Teddlie & Tashakkori, 2009).

3.1.Os estudantes e as instituições de formação

Tendo em conta os objetivos da primeira fase da investigação, atrás referidos, selecionaram-se, como participantes (amostra global), indivíduos pertencentes a uma determinada população académica: os estudantes que, tendo ingressado na Licenciatura em Educação Básica no ano letivo de 2009/10, frequentavam, no ano letivo de 2011/2012, o 3.º ano do curso. Embora fosse desejável caracterizar o total daquela população académica, a nível nacional, e analisar as concepções que possuíam sobre ciência e sobre o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, tal seria pouco exequível num estudo desta natureza,

pelo tempo consumido em deslocações e no trabalho de campo. Assim, a constituição da amostra envolvida nesta primeira fase da investigação obedeceu a um procedimento de cariz quantitativo e consistiu na seleção de uma amostra estratificada de sete Escolas Superiores de Educação do ensino público (subsistema do Ensino Politécnico) que oferecem a Licenciatura em Educação Básica. Nesta amostra incluíram-se todos os estudantes a frequentarem pela primeira vez o 3.º ano da licenciatura, nas sete escolas.

3.1.1. Definição da amostra

Para constituir a amostra global procedeu-se à seleção das Escolas Superiores de Educação (ES)⁴³ a partir das NUTS, tendo-se selecionado, na NUTS I, a sub-região de Portugal Continental, onde se situam catorze escolas pertencentes ao ensino público. As NUTS I encontram-se subdivididas em sete sub-regiões (NUTS II) das quais cinco estão situadas na sub-região Portugal Continental: Região Norte, Região Centro, Região Lisboa, Região Alentejo e Região Algarve⁴⁴. Decidiu-se selecionar instituições pertencentes às cinco sub-regiões de Portugal Continental, de acordo com os seguintes critérios: (1) pertencerem a capitais de distrito integradas nas cinco sub-regiões de Portugal Continental, umas situadas no litoral e outras no interior (de realçar que o critério de preferência regional é um dos que determina o acesso ao ensino superior politécnico); e (2) terem uma frequência média anual de estudantes da Licenciatura em Educação Básica situada entre os 30 e os 70 (uma ou duas turmas), evitando grandes distorções entre as amostras de estudantes das escolas superiores onde a frequência da licenciatura tem números muito elevados e aquelas em que o número de estudantes é muito reduzido. Com base nestes critérios, selecionaram-se as escolas

⁴³ Adotou-se a sigla mais curta – ES – porque todas as instituições envolvidas na investigação contêm “Escola Superior” no nome oficial.

⁴⁴ Estando as ES situadas nas capitais de distrito de Portugal Continental, a distribuição destas escolas pelas cinco sub-regiões é desigual. Em 1986, no âmbito da divisão do país em unidades territoriais para fins estatísticos, seguindo as diretivas europeias, a Região Norte passou a ser considerada uma NUTS II e foi subdividida em NUTS III. Em termos geográficos, a Região Norte, corresponde, aproximadamente, às antigas províncias do Minho, Douro Litoral e Trás-os-Montes e Alto Douro. A Região Centro corresponde, grosso modo, às antigas províncias da Beira Alta, Beira Baixa e Beira Litoral. É geralmente dividida em duas grandes regiões distintas: a Beira Litoral, correspondente aos distritos de Aveiro, Coimbra, Viseu e Leiria, e a Beira Interior, que compreende os distritos da Guarda e de Castelo Branco. Quanto à Região Lisboa, criada em 2002, depois de a Região de Lisboa e Vale do Tejo (LVT) ter sido repartida também com a Região Centro (para onde transitaram as sub-regiões do Oeste e Médio Tejo) e o Alentejo (para onde passou a sub-região Lezíria do Tejo), compreende apenas as duas sub-regiões estatísticas (NUTS III) remanescentes da antiga região LVT: Sub-região Grande Lisboa e Sub-região Península de Setúbal. A Região Alentejo, mais extensa do que a antiga divisão administrativa com o mesmo nome, compreende integralmente os distritos de Portalegre, Évora e Beja, e as metades sul dos distritos de Setúbal e de Santarém. Finalmente, a Região Algarve é a mais meridional de Portugal Continental e corresponde, na sua totalidade, à antiga província com o mesmo nome e à nova Grande Área Metropolitana do Algarve.

situadas nas seguintes capitais de distrito: Beja (interior, baixo Alentejo), Bragança (interior norte), Castelo Branco (interior centro), Portalegre (interior, alto Alentejo), Santarém (litoral centro, em partilha com Alentejo na sub-região da Lezíria do Tejo), Setúbal (litoral sul, região de Lisboa) e Faro (litoral, região Algarve).

Dirigiram-se cartas aos Diretores ou Presidentes das sete Escolas Superiores de Educação selecionadas solicitando a colaboração na presente investigação (Apêndice 1). Após ter sido obtida a resposta afirmativa por parte das sete instituições, foram ainda enviadas cartas para as restantes sete escolas solicitando informações sobre o número de estudantes inscritos no 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica no ano letivo de 2011/2012 (Apêndice 1). As informações obtidas permitiram calcular o número total dos estudantes inscritos, pela primeira vez, no 3.º ano da licenciatura nas catorze escolas e a sua distribuição relativa como se apresenta na Tabela 3.1.

Tabela 3.1

Distribuição do número total de estudantes inscritos nas Escolas Superiores de Educação de Portugal Continental.

NUTS II (sub-região de Portugal Continental)	ES (capital de distrito)	Nº de inscritos no 3º ano que iniciaram a LEB em 2009/2010*
Região Norte	Porto	67
	Viana do Castelo	89
	Bragança	69
Região Centro	Guarda	10
	Castelo Branco	40
	Viseu	49
	Coimbra	80
	Leiria	74
	Santarém	39
Região Alentejo	Portalegre	23
	Beja	31
Região Lisboa	Lisboa	145
	Setúbal	62
Região Algarve	Faro	34
Total de estudantes inscritos		812
Total de estudantes inscritos nas ES participantes		298

Nota. *Os números reais podem ser inferiores aos registados no quadro porque algumas Direções das Escolas Superiores de Educação referiram haver alunos que ainda não tinham formalizado a inscrição, no 3.º ano, em outubro de 2011.

A amostra global ficou constituída por 298 estudantes que frequentavam o 3.º ano da licenciatura pela primeira vez, no ano letivo de 2011/12, nas sete escolas participantes. Esta

amostra (n=298) é representativa da população a nível nacional (N=812)⁴⁵ com um erro amostral de 5% ⁴⁶. Como não se pretendia estimar medidas populacionais, mas apenas obter conhecimentos em relação às concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico de um determinado grupo de estudantes, não se procedeu a mecanismos de estratificação da amostra.

3.1.2. Caracterização dos estudantes

As características dos estudantes participantes nesta fase da investigação foram identificadas a partir da análise dos dados obtidos numa das secções do questionário (Apêndice 2.1), adiante descrita (ponto 3.2). Os dados foram organizados e tratados recorrendo ao programa de análise estatística SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) para Windows 7 (versão 19), obtendo-se medidas de estatística descritiva, em particular as frequências (Apêndice 3). Após a distribuição dos 298 exemplares do questionário e da sua aplicação nas Escolas Superiores de Educação envolvidas na investigação, o número de questionários recolhidos foi de 239 (80% do total), mas apenas 222 ⁴⁷ (74,5%) estavam completos e foram considerados válidos para análise. As características gerais da amostra estão resumidas na Tabela 3.2.

Através de uma análise de correspondência, constatou-se que não existe *variância* em nenhuma das medidas consideradas pelo que a população pode ser descrita, em geral, como pertencendo na maioria ao género feminino (95,5%), com idades compreendidas, maioritariamente, entre os 19 e os 22 anos (80,5%). Os restantes 19,5% distribuíam-se, quase equitativamente, pelo intervalo dos 23 aos 44 anos. Quase todos os estudantes frequentam o Ensino Superior pela primeira vez (93,2%) e a maior parte declarou ter-se candidatado à

⁴⁵ Não se encontraram dados oficiais sobre as taxas de abandono no ensino superior em Portugal. A informação mais recente encontrada (http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/EC-30-12-534/EN/EC-30-12-534-EN.PDF, acessado em 2012, dezembro 26,) reporta-se à taxa geral de conclusão de cursos (84%) e os dados são referentes aos estudantes que frequentaram o ensino superior (universitário e politécnico) de 2003 a 2008. Para além do provável abandono de alguns estudantes no ano letivo de 2011/12, há, ainda, a considerar o caso dos que, estando inscritos, nunca frequentaram as aulas presenciais. Por exemplo, na escola onde se aplicou o plano de formação, foi possível realizar, no ano letivo seguinte, após terminadas as épocas de avaliação, uma verificação final do número de estudantes inscritos que realmente frequentaram as aulas durante o 3.º ano. Constatou-se que sete estudantes nunca compareceram nas aulas e, de entre esses, apenas um realizou o exame final. Este facto corrobora a ideia que o número de estudantes inscritos no 3.º ano a frequentarem efetivamente as aulas e, como tal, possíveis respondentes do questionário, é inferior aos números de inscritos fornecidos por cada uma das instituições.

⁴⁶ Utilizou-se a fórmula usada para o cálculo de amostras para populações finitas (Gil, 1999).

⁴⁷ Na amostra considerada válida para análise, o erro amostral é de 5,6%.

Licenciatura em Educação Básica em primeira opção (80,6%). À entrada no curso, a maioria (73,2%) possuía formação académica em “Humanidades” (Línguas/Ciências Sociais e Humanas/Artes) por ter frequentado, no ensino secundário (ou equivalente) outras áreas que não as científicas e tecnológicas e afins (26,8%), aqui designadas por “C&T”.

Tabela 3.2

Características gerais da amostra

	Variáveis/Categorias	N= 222*	%
Género	Feminino	212	95,5
	Masculino	10	4,5
Idade	[19-22]	177	80,5
	[23-44]	43	19,5
FA	Humanidades	161	73,2
	C&T	59	26,8
F _{ES} (1ª vez)	Sim	206	93,2
	Não	15	6,8
LEB	1ª opção	175	80,6
	2ª opção	19	8,8
	3ª opção	10	4,6
	Outra	13	6,0
E _{PR1}	Dom. 4 em 1º lugar	35	15,8
	Outro	186	84,2
E _{PR2}	Interesse/motivação	122	57,5
	Ter experiência profissional	12	5,7
	Acesso ao mercado de trabalho	78	36,8
E _{ACT}	Elevado	5	2,3
	Médio	35	15,7
	Baixo	182	82,0
P _{MC}	Elevado	17	7,7
	Médio	167	75,2
	Baixo	38	17,1

Fonte: Apêndice 3.1.

Nota. *Em alguns casos constatou-se que havia um reduzido número de valores em falta, pelo que *n* pode ser diferente de 222.

Legenda: Dom 4- Mestrado em Ensino do 1.º e do 2.º ciclo do Ensino Básico; FA- Formação académica; F_{ES} (1ª vez) - Frequência do Ensino Superior (1ª vez); E_{PR1}- Expectativas profissionais 1; E_{PR2}- Expectativas profissionais 2; E_{ACT}- Envolvimento em atividades científicas não formais⁴⁸; LEB- Opção de candidatura à Licenciatura em Educação Básica; P_{MC} - Perceção da informação que possui sobre metaciência.

⁴⁸ Nesta investigação e de acordo com Canário (1999), Chagas (1993) e Eschach (2007) usa-se a designação de "não formal" quando se referem iniciativas exteriores à escola e que pretendem explicitamente contribuir para a divulgação da cultura científica. Por exemplo: ler revistas de divulgação científica, ou ver documentários, visitar museus, fazer percursos pedestres com monitores.

Grande parte dos respondentes (94,3%) tinha como expectativa profissional frequentar os mestrados que conferem a profissionalização para a educação de infância e/ou o primeiro ciclo ensino básico (domínios 1, 2 e 3), essencialmente, por terem interesse ou motivação pessoal para lecionarem esses graus de ensino (57,5%) ou por considerarem que esses mestrados proporcionam um acesso mais fácil ao mercado de trabalho (36,8%).

Em geral, os estudantes revelaram um baixo nível de interesse e motivação para se envolverem em atividades científicas em contextos não formais (82%), embora 75,2% afirmem possuir um grau médio de informação sobre a metaciência.

3.2. Análise das concepções dos estudantes

Nesta secção descrevem-se e discutem-se os procedimentos metodológicos prosseguidos na primeira fase da investigação, designadamente a opção pela construção e aplicação de um questionário (Apêndice 2.1), visando a recolha de dados sobre as concepções dos estudantes participantes. Apresentam-se e discutem-se também os procedimentos de análise dos dados que possibilitaram a caracterização dos estudantes da amostra global (ponto 3.1.2) e a identificação das concepções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências.

3.2.1. Questionário: Conceção e estrutura

A decisão sobre o tipo de instrumento a utilizar e a sua metodologia de construção foi precedida por uma revisão da literatura sobre os instrumentos mais utilizados em estudos próximos do que se pretendia realizar e da análise das potencialidades e limitações de alguns deles. Apesar de alguns dos instrumentos analisados possuírem um quadro conceptual bem definido e uma base empírica válida, como é o caso do VOSTS⁴⁹ e da adaptação portuguesa de Canavarro (1996) – *Perspetivas acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade* – revelam fragilidades de interpretação do texto, por parte dos sujeitos, devido ao formato de escolha múltipla, como referem Lederman e colaboradores (2002) e Chen (2006). Um outro aspeto destes instrumentos que pareceu inadequado à sua utilização foi o facto de se dirigirem a públicos mais vastos do que o que compõe os estudantes da Licenciatura em Educação Básica e possuírem um cariz acentuadamente relacionado com as concepções sobre as

⁴⁹ *Views on Science–Technology–Society* (VOSTS), desenvolvido por Aikenhead e Ryan (1992).

relações da ciência/tecnologia/sociedade, o que se considera parcialmente inconsistente com a conceptualização de Ziman (1984, 2000), subjacente à presente investigação.

Foi, ainda, encarada a possibilidade de construir um instrumento de respostas abertas, à semelhança do VNOS⁵⁰ (Lederman et al., 2002), mas abandonou-se esta ideia pela dificuldade previsível em categorizar e analisar o conteúdo das respostas sem o recurso a um *follow-up* de entrevistas que possibilitasse um grau de compreensão mais aprofundado sobre o que os inquiridos pensam (concepções) e não só identificar as suas visões ou crenças. Como frisa Allchin (2011), o VNOS menciona com frequência as crenças dos estudantes, à semelhança do que sucede com a maioria dos instrumentos ao solicitarem aos respondentes a sua concordância ou discordância com um conjunto de afirmações sobre a natureza da ciência. Para este autor, a finalidade educativa associada à natureza da ciência é promover a compreensão sobre a construção da ciência, já que “a compreensão é funcional, no sentido em que os estudantes necessitam de desenvolver ferramentas analíticas para apreciarem tanto os promotores como os críticos da ciência” (p. 527), o que vai para além das visões normativas e descritivas utilizadas em inúmeros estudos.

O elevado número de estudantes envolvidos nesta fase da investigação e o facto de se pretender voltar a inquirir o grupo de estudantes submetidos ao plano de formação, usando o mesmo instrumento, inviabilizaram a opção por realizar entrevistas⁵¹. O número total de estudantes também se considerou demasiado elevado para o uso de instrumentos qualitativos, mais flexíveis do que os anteriormente referidos, como *Images of Science Probe* (Driver et al., 1996), entrevistas em situação de inquérito científico (Ryder, Leach & Driver, 1999) ou a discussão em pequenos grupos numa comunidade de aprendizagem (Akerson, Cullen & Hanson, 2009).

Decorrendo do atrás exposto, optou-se pela construção de um questionário, cuja conceção e aplicação se apresenta e discute a seguir. O questionário é um dos instrumentos mais utilizados para a recolha de dados que necessita de respostas escritas por parte dos inquiridos no estudo. É frequentemente utilizado em metodologias quantitativas, uma vez que permite obter informação mensurável, sistemática e organizada, buscando a

⁵⁰ *Views of the Nature of Science* (VNOS), desenvolvido por Lederman, Abd-El-Khalick, Bell e Schwartz (2002).

⁵¹ Mais tarde optou-se pela realização de entrevistas aos estudantes que, tendo completado o plano de formação, também responderam ao mesmo questionário administrado após a formação. O objetivo desta entrevista foi recolher dados complementares que possibilitassem apreciar em detalhe e profundidade as aprendizagens dos estudantes relacionadas com a metaciência.

normalização, o controlo e o rigor dos dados. De acordo com Tuckman (2012), a utilização de escalas de diversos tipos permite que os dados obtidos sejam quantificados, podendo-se apresentar os resultados através de dados de frequência, e trabalhá-los com recurso a métodos estatísticos adequados às variáveis em estudo. Para este autor, na construção das questões num qualquer instrumento de inquérito, há três critérios que os investigadores devem aplicar constantemente:

1-Até que ponto pode uma questão influenciar os sujeitos a darem uma boa impressão se si mesmos? 2-Até que ponto é que uma questão pode influenciar os sujeitos a tentarem antecipar o que os investigadores querem ouvir ou encontrar? 3-Até que ponto pode uma questão pedir uma informação aos sujeitos sobre si próprios que eles podem não saber? (p. 433)

O terceiro critério não constituiu problema na presente investigação pois o tipo de questões a que se refere apenas foi usado na recolha de informação factual em relação aos dados pessoais e percursos escolares dos participantes. Os dois primeiros critérios referidos por Tuckman (2012) foram muito relevantes para a construção do questionário, pois a investigadora já lecionou uma unidade curricular a alguns dos estudantes de uma das escolas, o que poderia levá-los a responder de acordo com o que pensam ser a resposta esperada. Para tentar ultrapassar esta possível fonte de enviesamento, procurou-se construir questões indiretas e específicas centradas nas ideias (concepções) que os respondentes possuem.

Um outro aspeto relevante é a escolha das medidas quando, como é o caso do questionário aplicado na presente investigação, se utilizam outras medidas para além das escalas. Freixo (2009) refere que se pode adotar uma categorização dos diversos tipos de medidas: medidas objetivas e medidas subjetivas. As primeiras estão relacionadas com factos, características dos indivíduos, conhecimentos e comportamentos; as segundas, com o que as pessoas pensam e sentem, incluindo medidas de satisfação, de opinião, de perceção e, ainda, os valores. Para este autor, sabendo o que se quer medir, a estratégia a usar é relativamente simples: consiste em elaborar as questões a partir dos indicadores estabelecidos ou, em alternativa, recorrer a questões já elaboradas por outros investigadores em estudos com idênticos objetivos. O questionário usado na presente investigação possui ambos os tipos de medidas referidas por Freixo (2009): (1) as “objetivas” para recolher alguns dados pessoais e informações sobre os estudantes em termos do seu percurso académico e dos seus propósitos de continuação da formação superior; e (2) as “subjetivas” para analisar as concepções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências no 1.º

ciclo do ensino básico. Finalmente, e apesar de ser reconhecido que é essencial os professores possuírem atitudes positivas e concepções adequadas sobre a natureza da ciência para ensinarem, com êxito, ciências com essa abordagem (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Bell, Matkins & Gansneder, 2011; Clough & Olson, 2012; Lederman 2007; McComas, Clough & Almazroa, 1998; Osborne & Dillon, 2008), segundo Chen (2006), por exemplo, não se encontram na literatura estudos onde sejam usados instrumentos de recolha de dados que relacionem explicitamente estas duas perspetivas, ao nível da formação de professores. Chen (2006) desenvolveu um instrumento através do qual pretendia avaliar, em larga escala, as concepções sobre ciência e, também, as atitudes em relação ao ensino sobre a ciência e a sua natureza, de estudantes, de professores e de outros membros da comunidade, detentores de um papel relevante nas decisões sobre a educação científica. O questionário foi construído com uma base empírica a partir das descrições das perspetivas dos estudantes do ensino superior que frequentavam a Universidade de Ciências e Tecnologia de Taiwan, validado por peritos e pilotado por 320 estudantes. Contudo, apesar dos itens do questionário relativos ao ensino das ciências terem sido derivados da exploração dos pontos de vista dos professores entrevistados no estudo, o perfil dessas ideias continua a estar limitado às afirmações dos participantes selecionados pelo investigador. Daí ser questionável, tal como afirma Guerra-Ramos (2012), avaliar em que medida é que um tal instrumento pode dar conta da complexidade das relações entre as ideias *sobre* ciência e as ideias *sobre* o ensino das ciências.

Tendo como pano de fundo os instrumentos analisados e as suas potencialidades e limitações referidas por Chen (2006), Deng e colaboradores (2011) e Lederman (2007), entre outros, decidiu-se construir um questionário de raiz que procurasse recolher dados sobre as concepções dos estudantes da Licenciatura em Educação Básica, tal como se caracterizaram no quadro teórico que orienta a presente investigação (McMullin, 1982; Ziman, 1984, 2000). Um tal questionário não tem pretensões de vir a ser utilizado em larga escala, mas foi desenhado para recolher dados, em termos das dimensões metacientíficas, tanto sobre as concepções de ciência dos estudantes do 3.º ano da licenciatura como sobre as suas concepções acerca da ciência que deve ser ensinada em escolas do 1.º ciclo do ensino básico. O questionário possui três partes distintas (a primeira, para recolher informação que possibilitou caracterizar a amostra de estudantes e as duas outras partes destinadas a recolher dados para analisar as concepções dos estudantes face aos dois domínios em estudo) onde se usaram indicadores e metodologias de construção diferentes, de acordo com o quadro teórico

subjacente à investigação. Deste modo, procurou-se torná-lo suficientemente flexível de modo a que cada uma das partes, em que o questionário se divide, pudesse ser usada independentemente.

O processo de construção do questionário incluiu três passos. O primeiro foi a elaboração das questões e dos enunciados dos respetivos itens com base na revisão da literatura e no quadro teórico que orienta a investigação. O segundo passo visou estabelecer a validade do conteúdo e consistiu na revisão do questionário por um painel de quatro peritos, especialistas na área, que examinaram o significado de cada afirmação, de acordo com o quadro teórico da presente investigação. Dois destes peritos possuem igualmente conhecimento e experiência profissional no contexto educativo onde o questionário foi aplicado. Este passo permitiu a elaboração da primeira versão completa do questionário. O terceiro passo consistiu na condução de um estudo piloto com um número reduzido de estudantes, pertencentes ao universo de respondentes, mas que não integraram a amostra selecionada para a aplicação do questionário, de forma a permitir uma revisão crítica da pertinência e clareza dos enunciados e do formato do questionário na sua versão final, tal como aconselham Teddlie e Tashakkori (2009).

A versão do questionário, usada para pilotagem foi constituída por três partes, num total de trinta e oito itens. A Parte I, com dez itens, visou recolher informações sobre as características pessoais dos estudantes, a formação académica recebida antes da entrada no Ensino Superior, os fundamentos da opção de ingressarem na LEB e as expectativas profissionais para aquisição de um diploma em ensino, de acordo com a legislação em vigor⁵².

A Parte II, constituída por catorze itens, relacionava-se com as conceções dos estudantes sobre o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico. Pretendia-se compreender como é que os participantes encaram o que deve ser ensinado e como, no que diz respeito às dimensões metacientíficas. As afirmações contidas nos itens foram enunciadas, em função de seis categorias⁵³: cinco são referentes às dimensões de construção da ciência (filosófica, histórica, psicológica e sociológica nas suas vertentes interna e

⁵² Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 107/2008, de 25 de junho e Decreto-Lei n.º 43/2007 de 22 de fevereiro.

⁵³ Para efeitos de clarificação do significado atribuído a cada afirmação, cada uma delas surge, no questionário, classificada na respetiva categoria e na perspetiva conceptual referente a cada uma das categorias, tomando como referência o quadro teórico em geral e, em particular, o texto metacientífico que orienta a investigação (capítulo 2, ponto 2.2).

externa), designadas no seu conjunto por “Ideias aceites”, e a sexta designou-se por “Mitos”. Por mitos entende-se as ideias estreitamente ligadas a uma visão empirista/indutivista sobre a ciência, segundo a qual o conhecimento científico é objetivo e seguro, ou seja, é um saber correspondente aos factos reais, independente dos cientistas que se limitam a descobrir esses factos através do uso de um método algorítmico, geral e universalmente aplicado, o método científico (e.g., McComas, 1996); estes mitos, como já se referiu no capítulo da fundamentação teórica, continuam a imperar nas aulas de ciências e nos manuais escolares, incluindo em Portugal (e.g., Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Figueiredo, 2013; Santos, 2005a).

Nesta segunda parte do questionário, utilizou-se uma escala para os respondentes se posicionarem face a cada um dos itens. A escala, de tipo Likert, compreendeu cinco níveis: (1) Discordo totalmente; (2) Discordo parcialmente; (3) Indeciso; (4) Concordo parcialmente; e (5) Concordo totalmente. A opção por quantificar as respostas deste modo prende-se com o facto da escala Likert ter grande aceitação por parte de muitos investigadores, como Tuckman (2012), e de facilitar a análise das respostas, tal como referem Contreras (2006) e Palma (2009), a propósito dos instrumentos que utilizaram em estudos com idênticas finalidades. Para evitar a preferência dos respondentes por um ou outro tipo de conceção subjacente a cada uma das afirmações, a ordem dos enunciados foi estabelecida de modo a separar as afirmações correspondentes a uma mesma dimensão metacientífica e aos mitos. No entanto, tomou-se em consideração o reparo de Tuckman (2012) quanto à possibilidade dos respondentes escolherem sempre o mesmo nível de resposta por desinteresse ou mesmo hostilidade e pretendia-se equacionar essa situação face aos resultados fornecidos pela pilotagem.

A Parte III do questionário, constituída por oito questões (totalizando catorze itens), foi estruturada do seguinte modo: (1) A – duas questões de resposta aberta centradas na noção geral de ciência; (2) B – uma questão focada na caracterização do conhecimento científico, com duas perguntas: a primeira, fechada, constituída por seis afirmações⁵⁴ para os respondentes selecionarem uma ou mais de entre elas, de acordo com o seu grau de identificação pessoal com a adequação do conteúdo de cada frase à resposta concreta; a

⁵⁴ A questão C.4, relativa à dimensão sociológica da ciência, na sua vertente interna, contém apenas cinco afirmações. Na seleção das afirmações contemplando perspectivas sobre cada uma das dimensões metacientíficas procurou-se que cada questão contivesse um número idêntico de itens. Apenas a dimensão sociológica interna contém cinco afirmações porque correspondem às perspectivas mais citadas na literatura (Formosinho, 1988; Sousa, 1992; Ziman, 1984, 2000).

segunda, aberta, solicitando a justificação da escolha feita. As categorias usadas foram as dimensões metacientíficas e a afirmação incluída na categoria mitos já definida; e (3) C- um conjunto de cinco questões, com um total de dez itens, focadas na natureza do trabalho científico. Cada questão, construída com um formato idêntico ao de B, focava quatro dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984, 2000) pela seguinte ordem: C.1: Todas as dimensões; C.2: Dimensão Filosófica (DF); C.3: Dimensão Psicológica (DP); C.4: Dimensão Sociológica, vertente interna (DSI); C.5: Dimensão Sociológica, vertente externa (DSE)⁵⁵.

A opção por incluir as questões de resposta aberta (A.1 e A.2) justificava-se por dois motivos: (1) cruzar as respostas com a escolha das afirmações feita nas questões seguintes; e (2) identificar expressões usadas pelos respondentes que possibilitassem melhorar ou modificar os enunciados das questões das partes B e C. Tanto na parte B como na parte C, as afirmações correspondentes a cada questão (exceto a categorizada como mitos) foram formuladas de modo a que, cumulativamente, exprimissem, da forma mais correta e completa possível, a conceptualização das dimensões metacientíficas, tal como foram apresentadas na fundamentação teórica da presente investigação. Além disso, na seleção e no enunciado das afirmações, tiveram-se em consideração as perspetivas contempladas em instrumentos utilizados nos estudos empíricos atrás citados, em particular, os que foram aplicados em estudos envolvendo futuros professores do ensino primário. Apenas a dimensão histórica da ciência não foi objeto de uma questão específica já que o conceito, tal como foi enunciado no texto metacientífico, é menos abrangente e o número de afirmações possíveis seria reduzido a uma ou duas, o que poderia ocasionar numa distorção das respostas.

A decisão de incluir o pedido de justificação em relação à escolha das afirmações, em cada uma das questões, teve por base o receio, atrás referido, de que, por inércia ou desinteresse, os respondentes exibissem a tendência de escolher todas as afirmações ou as que ocupavam a mesma ordem em cada questão. Um segundo motivo foi o facto de as justificações dos respondentes possibilitarem recolher informações para melhor estabelecer a coerência entre a escolha feita e a justificação apresentada. A justificação podia revelar,

⁵⁵ Tal como se referiu no capítulo 2 (ponto 2.2), distinguem-se as duas vertentes da dimensão sociológica de construção da ciência porque, segundo Ziman (1984) a vertente interna está relacionada com as relações sociológicas que se estabelecem no interior das comunidades científicas e a vertente externa estuda as relações Ciência/Tecnologia/Sociedade.

por exemplo, uma deficiente interpretação do enunciado, o que dificultava apreciar o grau de compreensão dos estudantes sobre as afirmações selecionadas, já que se procurava identificar as concepções que detinham e não as suas crenças (Allchin, 2011) sobre a ciência.

A pilotagem do questionário foi realizada com sete estudantes: três dos estudantes tiveram formação em disciplinas de ciências físicas e naturais no ensino secundário e os outros quatro apenas tiveram formação científica até ao final do 9.º ano do ensino básico. Dada a extensão do questionário e a diferente natureza das três partes que o constituem, o estudo piloto foi conduzido em duas sessões independentes: na primeira, os estudantes responderam às partes I e II e, na segunda, à parte III. Neste caso, houve o cuidado de fornecer aos respondentes uma questão de cada vez, em páginas separadas, na seguinte sequência: A, B, C1, C2, C3, C4 e C5. A investigadora esteve sempre presente e anotou todas as dúvidas e sugestões de alteração que os estudantes fizeram. O tempo de resposta da primeira sessão foi de 20 minutos, em média, e a segunda sessão teve uma duração média de 50 minutos.

A versão definitiva do questionário, constituída por três partes, num total de quarenta e oito itens (Apêndice 2.1), teve em conta os resultados da pilotagem que deram origem às alterações a seguir descritas. A Parte I, relativa aos dados pessoais, ficou constituída por um total de dezoito itens, passando a incluir mais oito itens do que a versão piloto. Seis itens (3.1 a 3.6) destinaram-se a recolher dados sobre o envolvimento dos estudantes em atividades científicas em contextos não formais (E_{ACT}) e sobre alguns dos eventuais interesses que possuem por assuntos de ciências e tecnologias (ler revistas/livros de divulgação científica; ver documentários televisivos de divulgação científica; fazer pesquisas na internet sobre assuntos de ciência e tecnologia (C&T); visitar exposições sobre ciência e tecnologia; assistir a conferências e/ou participar em cursos em centros de ciência). Os outros dois itens (3.7 e 3.8) visaram a recolha de dados sobre a perceção que os inquiridos possuíam em termos do seu nível de informação sobre aspetos metacientíficos ligados a assuntos veiculados na sociedade (P_{MC}).

A inclusão de itens sobre a participação dos estudantes em atividades relacionadas com a ciência justifica-se pelo interesse crescente da investigação (Chagas, 1993; Eschach, 2007) sobre o estudo das potencialidades da educação científica não formal para promover/desenvolver a literacia científica. Canavarro (2000), por exemplo, num estudo empírico sobre concepções de ciência que realizou com uma amostra de 500 estudantes do primeiro ano à entrada do Ensino Superior, ao estudar a variável “Concepções adequadas de

ciência” através de um teste de hipóteses com as variáveis “Meio de proveniência”, “Camada social” e “Frequência de consumo informal de ciência”, encontrou, como único efeito de interação significativo, o da interação entre as variáveis “Camada social” e “Frequência de consumo informal de ciência” “que contribui com 3% para explicar a variância apurada para a variável dependente [Concepções adequadas de ciência] ” (p. 144). Contudo, apesar de aquele autor ter encontrado relações significativas entre a variável “Frequência de consumo informal de ciência” e as variáveis do contexto escolar dos estudantes participantes no estudo, designadamente com a formação científica recebida no ensino secundário, os resultados mostraram que “nenhuma destas variáveis independentes revelou relacionar-se de forma direta e estatisticamente significativa com as concepções de ciência” (p. 145).

A inclusão dos outros dois itens (3.7 e 3.8), decorrente das informações obtidas a partir das respostas à versão piloto do questionário, foi motivada pela intenção de compreender melhor a tendência geral sobre a percepção que os inquiridos possuíam, em termos do seu nível de informação, sobre aspetos metacientíficos. A maioria destas respostas privilegiava aspetos mais próximos das dimensões filosófica e sociológica externa da ciência, mas também perspectivas associadas às outras dimensões. Por exemplo, em resposta à questão, “O que é para si a ciência?”, atente-se nas seguintes afirmações de dois estudantes:

“... é uma ‘invenção’ do Homem para tentar explicar todos os fenómenos [...]. Começou inicialmente por tentar comprovar pequenas transformações e, com a constante investigação e evolução das técnicas e instrumentos, alterou os nossos hábitos e as nossas condições de vida, quer na saúde, quer no trabalho ou mesmo nas pequenas coisas do quotidiano”. [estudante A]

“... é o estudo e explicação de certos fenómenos que surgem no mundo em geral. A ciência surge, muitas vezes, associada a factos que outrora nunca foram estudados ou simplesmente adjetivavam-se de fenómenos sobrenaturais”. [estudante B]

Em ambos os casos os estudantes exprimem a ideia de que a ciência procura explicar fenómenos naturais, ou seja, revelam conhecer o objetivo da ciência, ainda que de uma forma simples. Contudo, enquanto o estudante A refere a intervenção humana (invenção) na produção das explicações científicas e a evolução do conhecimento ligando-a à evolução das aplicações da ciência e da tecnologia e aos impactos sociais em aspetos concretos (interações entre a ciência e a tecnologia e, de ambas, com a sociedade), o estudante B evidencia o aspeto da evolução do conhecimento científico ao longo do tempo e o seu progressivo distanciamento do conhecimento mítico.

As afirmações dos itens 3.7 e 3.8 (relativos à variável, “Percepção sobre o nível de informação de aspetos metacientíficos”) não englobam todas as perspectivas contempladas no quadro teórico que sustenta a investigação. Reportam-se, apenas, a aspetos considerados mais comuns sobre o modo de encarar a ciência e os cientistas, como as perspectivas históricas que fazem parte dos relatos de descobertas e invenções, a visão do cientista como indivíduo e profissional (integrada na dimensão psicológica) e algumas perspectivas sobre a produção do conhecimento científico e tecnológico e sobre as influências recíprocas entre ciência, tecnologia e sociedade (dimensão sociológica interna e externa). De acordo com os estudos de Costa, Ávila e Mateus (2002) e de Gonçalves (2004) sobre as características dos públicos de ciências e das relações entre a ciência e a sociedade em Portugal, admite-se que os estudantes possam ter desenvolvido ideias sobre estas perspectivas, principalmente através da informação que é veiculada pelos media na sociedade contemporânea. Esta informação, ao abordar questões atuais controversas como as alterações climáticas, a redução da biodiversidade, o consumo de alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados (OGM’s), entre outras, de um modo simplificado e com um discurso tido como “socialmente adequado”, pode condicionar a percepção que os estudantes têm sobre o tipo de informação científica que possuem.

A Parte II, relacionada com as concepções sobre o ensino das ciências, foi organizada em dezoito itens (de A a R) incluindo, assim, mais quatro itens do que a versão pilotada. Algumas das afirmações contidas nos itens (onze) correspondem a ideias que traduzem formas de abordagem pedagógico-didática das dimensões metacientíficas; as sete restantes correspondem a mitos associados ao ensino da metaciência (Hodson, 1998; Kosso, 2009; McComas, 1996; Santos, 2005a; Vázquez & Manassero, 2007). A reformulação dos enunciados e a inclusão de mais quatro itens, nesta versão definitiva, teve por base as respostas obtidas e os comentários feitos pelos estudantes no estudo piloto. Em relação à dimensão sociológica externa, foi incluído o item M, que traduz uma ideia muito vulgarizada sobre a ciência ao serviço da sociedade (Ziman, 2000, 2003). Finalmente, o item Q visou realçar uma ideia ingénua que surge com frequência (e.g., Santos, 2005a; Ziman, 1996b) sobre o trabalho desinteressado dos cientistas (postura ética). Os outros dois itens focavam aspetos diretamente relacionados com a visão dos professores. Segundo alguns autores (e.g., Afonso, 2008; Martins et al., 2007), uma ideia muito comum entre os professores é considerarem que “a ciência é difícil” (item J) para os alunos do 1.º ciclo do ensino básico. Um outro aspeto identificado é o valor atribuído à promoção da literacia científica, objetivo

presente nas orientações oficiais, nacionais e internacionais, para o ensino das ciências. Optou-se por incluir este aspeto no item P, categorizando-o nas perspetivas associadas à dimensão sociológica externa, pois aproxima-se do discurso dominante pela relevância atribuída à abordagem CTS no ensino das ciências. De realçar que todas as afirmações foram seleccionadas com base no quadro conceptual que orientou a investigação.

A Parte III ficou reduzida a seis questões (totalizando doze itens), após a eliminação das duas perguntas de resposta aberta contidas na versão pilotada do questionário. A análise das respostas a estas duas questões forneceu dados que permitiram modificar alguns termos e expressões de modo a tornar as afirmações do questionário mais claras e compreensíveis para os estudantes. Nesta análise verificou-se, também, haver coerência entre as respostas das estudantes e as escolhas das afirmações nas outras questões desta parte do questionário. Salienta-se o facto de as respostas evidenciarem os mitos sobre o conhecimento científico como certo e verdadeiro e a existência de um único método científico. Por exemplo, na resposta à questão sobre o que distingue o conhecimento científico de outras áreas do conhecimento humano [...], um estudante respondeu que “O conhecimento científico, contrariamente a outras áreas do conhecimento, requer respostas concretas que sejam verificáveis e claras para todos” e, nas questões seguintes, seleccionou as afirmações que correspondem aos mitos referidos. Constatou-se uma situação idêntica no caso de outro estudante, cuja resposta foi: “O conhecimento científico é testado e comprovado. Não se trata de intuição ou ponderação. É um processo onde se formulam hipóteses e se testam para comprovar a sua veracidade, com um objetivo específico e sem influências exteriores”. Pode considerar-se que este estudante possui, claramente, uma conceção empirista/indutivista de ciência. Um outro exemplo interessante é o de um estudante que, embora tendo dado uma resposta vaga às questões abertas, não seleccionou nenhum dos mitos nas afirmações que integravam as questões seguintes e, em resposta à questão, “como se constrói o conhecimento científico?”, assinalou todas as afirmações exceto a que se referia ao mito do método científico e justificou a escolha afirmando: “A única não escolhida justifica-se pelo facto de achar que [a construção de] o conhecimento científico não tem etapas bem definidas”.

Os restantes itens sofreram apenas alguns ajustamentos na formulação dos enunciados, mantendo a estrutura e os objetivos já estabelecidos. Tendo-se constatado, através da pilotagem, um aumento considerável do tempo de resposta e a ocorrência de um elevado número de repetições das descrições contidas nas afirmações quando os

respondentes faziam a justificação das suas escolhas, item a item, a formulação inicial foi substituída pelo pedido de justificação do conjunto das afirmações selecionadas em resposta a cada uma das questões.

3.2.2. Aplicação do questionário

Estabelecido o formato definitivo do questionário, e após ter sido obtida a anuência institucional por parte das sete Escolas Superiores de Educação envolvidas na primeira fase da investigação, solicitou-se, em cada uma, a colaboração dos docentes responsáveis pelas unidades curriculares de cariz didático relativas ao Estudo do Meio para se aplicarem os questionários aos estudantes. Obtida a anuência dos docentes, o questionário, na sua globalidade, foi aplicado no início do ano letivo de 2011/2012 (as datas de início do ano letivo variaram nas sete escolas) em condições idênticas, adiante descritas, aos estudantes que frequentavam o 3.º ano da licenciatura nas sete instituições participantes. A aplicação fez-se no início do ano letivo, garantindo ultrapassar as possíveis ameaças à validade dos resultados por questões de maturidade (Tuckman, 2012) dos estudantes respondentes.

Depois de terem sido marcadas as datas e horários de aplicação dos questionários, o processo foi realizado pela investigadora nas instituições em que as datas e horas não coincidiam no tempo. Nas outras escolas, onde não houve possibilidade da investigadora se deslocar, o questionário foi aplicado pelos docentes responsáveis pelas unidades curriculares de cariz didático relativas à componente do Estudo do Meio. Os procedimentos de aplicação do questionário foram realizados de acordo com as orientações escritas e distribuídas pela investigadora (Apêndice 2.2) a todos os docentes que colaboraram na aplicação. Evidenciam-se os seguintes procedimentos comuns: (1) durante a aplicação do questionário todos os estudantes estavam reunidos nas suas turmas habituais; (2) a aplicação teve lugar em dois momentos distintos, tanto pela extensão do instrumento como para evitar a contaminação das respostas que algumas questões poderiam induzir nas/os respondentes; (3) a aplicação da Parte III seguiu uma metodologia que exigia a resposta a cada uma das questões em folhas separadas e recolhidas, pelo docente, uma a uma; e (4) as regras para a codificação dos exemplares foram pré-estabelecidas e cumpridas por todos, de forma a não haver dúvidas na agregação das três partes do questionário de cada um dos respondentes.

Após a aplicação e recolha dos questionários respondidos, procedeu-se à codificação. A cada escola foi atribuído, aleatoriamente, um número de código (de I a VII) e a

identificação dos respondentes foi traduzida numa numeração sequencial de 1 a 298, respeitando a ordenação da escola onde estudavam. Assim, cada respondente foi identificado por um código que incluiu o nome abreviado da Escola Superior de Educação frequentada e um número de ordem (por ex., ES II, 28), registado em todas as páginas do questionário. O número de questionários respondidos, válidos para a análise, e a distribuição por cada uma das escolas estão expressos na Tabela 3.3. As três partes que constituem o questionário são relativamente independentes e foram codificadas e analisadas em separado, para facilitar a sistematização e a apresentação dos dados.

Tabela 3.3

Número e distribuição dos respondentes por Escola Superior de Educação.

Escola Superior	Amostra (estudantes inscritos em cada ES participante)	Respondentes (em cada ES participante)	
		Nº	%
ES I	62	44	70,9
ES II	69	53	78,8
ES III	31	24	77,4
ES IV	34	30	88,2
ES V	40	20	50
ES VI	23	15	65,2
ES VII	39	36	92,3
Total de estudantes	298	222	74,5

3.2.3.Procedimentos metodológicos de organização e análise dos dados

Após a conclusão da codificação, procedeu-se ao tratamento e análise dos dados do questionário (Apêndice 2.1) de modo a caracterizar a amostra e a analisar as concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências dos estudantes que frequentavam, em 2011/12, o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica em sete Escolas Superiores de Educação públicas. Os dados foram organizados separadamente para cada uma das partes do questionário e para cada uma das escolas onde estudavam os participantes da primeira fase da investigação. Cada respondente foi identificado por um número de 001 a 239, a começar pelos estudantes da ES I⁵⁶.

⁵⁶ Os detalhes sobre a seleção da amostra podem ser consultados no ponto 3.1.

3.2.3.1. Medidas de caracterização da amostra

Em primeiro lugar, analisaram-se os dados da parte I do questionário (Apêndice 2.1) possibilitando a descrição da amostra em estudo (ponto 3.1.2), o mais detalhadamente possível, distinguindo os estudantes através de algumas medidas demográficas, como a idade e o género, e outras mais específicas que se consideraram representativas da população académica a que pertenciam (estudantes do 3º ano da Licenciatura em Educação Básica). Os dados gerais obtidos para a amostra global da investigação estão registados na Tabela 3.2.

Para a variável “Formação académica recebida antes da entrada no ensino superior” (FA) distinguiram-se dois grupos: os estudantes que frequentaram as áreas “Humanidades” e os que frequentaram as áreas denominadas “C&T” (Tabela 3.2).

Quanto à variável “Expectativas profissionais” (E_{PR}), analisada em termos da ordem de preferência na intenção de escolha de um dos quatro domínios possíveis para a obtenção do mestrado em ensino⁵⁷, consideraram-se dois valores: o primeiro (valor 1) corresponde à seleção exclusiva do domínio 4 ou das sequências preferenciais em que esse domínio surgia em primeiro lugar, pois exprime uma escolha onde se inclui o mestrado que confere a profissionalização para o ensino no 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, sendo esses os níveis de ensino onde se lecionam mais horas de ciências; e o segundo (valor 2) foi atribuído a qualquer outra ordenação escolhida, visto o ensino das ciências contemplar menos horas, quer consideremos apenas o mestrado em Educação Pré-Escolar, quer o mestrado em que esta vertente educativa surge associada ao Ensino do 1.º ciclo do Ensino Básico. A análise desta variável agrega as justificações para a preferência declarada (E_{PR2}) codificada em três valores: o valor máximo (1) foi atribuído às justificações que indicavam interesse/motivação para ensinar naqueles níveis de ensino; o valor intermédio (2) às justificações que se sustentam no facto do estudante afirmar ter já experiência profissional nesses níveis de ensino, o que pode entender-se como uma motivação para ensinar esses níveis de escolaridade; e o valor mínimo (3) às justificações que apenas referem a facilidade de acesso ao mercado de trabalho, entendidas como pragmáticas mas não relacionadas com um interesse orientado pela motivação de ensinar um determinado nível na escolaridade básica.

⁵⁷ Quando o questionário foi aplicado, a legislação em vigor (Decreto-Lei nº 43/2007, de 22 de fevereiro) estabelecia a correspondência dos mestrados que conferem formação profissional para o ensino a quatro domínios, respetivamente: (1) Educação Pré-escolar; (2) Ensino do 1º ciclo do Ensino Básico; (3) Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º ciclo do Ensino Básico; e (4) Mestrado em Ensino do 1.º e do 2.º Ciclo do Ensino Básico. Por isso, os estudantes estavam familiarizados com essa designação.

No sentido de se compreender melhor o interesse/envolvimento destes estudantes em assuntos científicos, cada um dos itens 3.1 a 3.6, correspondentes à variável “Envolvimento em atividades científicas não formais” (E_{ACT}), foram cotados face a três valores: (1) resposta afirmativa identificando a ação; (2) resposta afirmativa, sem identificação da ação; e (3) resposta negativa. Visto que o item 3.2 não permitia identificar a/as ações foi eliminado da análise. Quanto aos outros cinco itens, decidiu-se associá-los de acordo com o envolvimento requerido por parte do estudante em cada tipo de atividade. Por exemplo, a frequência de palestras e cursos revela um maior envolvimento pessoal na ação do que ver programas na TV ou mesmo pesquisar assuntos na *web*, atividade que os jovens e os adultos podem realizar diariamente pelos mais diversos motivos. Esta opção decorreu da constatação que a maioria das ações identificadas nas respostas correspondia a escolhas pontuais, frequentemente, sobre um ou dois tipos de assuntos: questões de saúde e vida animal ou, mais raramente, astronomia. Assim, construiu-se uma escala de apreciação do envolvimento (E_{ACT}) dos estudantes, por contagem das respostas afirmativas, segundo os descritores dos três graus apresentados na Tabela 3.4. Finalmente a variável “Perceção da informação que possuem sobre metaciência” (P_{MC} , item 3.7), inicialmente classificada numa escala de cinco graus, foi recodificada em três graus: o mínimo (reunindo os graus 1 e 2), o médio (grau 3) e o elevado (reunindo os graus 4 e 5)⁵⁸.

Tabela 3.4

Escala de apreciação do “Envolvimento em atividades científicas não formais”.

Graus	Descritores
1 - Grau de envolvimento baixo	De zero a duas respostas afirmativas, com identificação da ação, se estas correspondessem a ver programas de TV (item 3.3) e/ou fazer pesquisas na internet (item 3.4).
2- Grau de envolvimento médio	Duas ou três respostas afirmativas, com identificação da ação, desde que incluíssem um qualquer dos outros itens, 3.5 ou 3.6.
3- Grau de envolvimento elevado	De quatro a cinco respostas afirmativas, com identificação da ação.

⁵⁸ O item 3.8 foi eliminado porque as respostas dadas ou repetiam um aspeto englobado em qualquer uma das afirmações dos 10 subitens 3.7 ou não se aplicavam à questão. A título de exemplo transcrevem-se duas respostas: “A influência da ciência e da tecnologia sobre as relações sociais, políticas no mundo” [ES VII, 202], incluída no item 3.7.8 e uma resposta demasiado vaga que aponta para uma ideia muito restrita sobre o assunto “O contributo de cada pessoa para o bem da humanidade” [ES II, 5].

3.2.3.2. *Concepções sobre o ensino das ciências*

Os dados recolhidos nas respostas à parte II do questionário (Apêndice 2.1) visavam analisar a variável “Concepções sobre ensino das ciências” (C_{EC}). Tal como foi atrás descrito, das dezoito afirmações integrantes desta parte do questionário, onze constituem ideias aceites (relacionadas com o ensino das ciências, tendo em conta perspetivas sobre a metaciência) e sete afirmações são frases correspondentes a ideias correspondentes a mitos associados ao ensino das ciências. Para analisar esta parte do questionário, procedeu-se à redução da escala inicial de cinco graus (desde a discordância total, correspondente ao grau 1 até à total concordância, correspondente ao grau 5) a três valores: reuniram-se os dois graus mais baixos (graus 1 e 2) num único valor correspondendo a “discordância” (valor 1) e os dois graus mais elevados (graus 4 e 5) num outro valor, correspondendo a “concordância” (valor 2). O grau 3, relativo a “indeciso”, não foi classificado. Esta decisão justifica-se pelo facto de a pilotagem revelar uma clara tendência dos estudantes para selecionarem, preferencialmente, os valores extremos da escala, o que foi confirmado numa primeira análise dos dados brutos. Um outro motivo para se adotar este procedimento foi tornar mais clara a distinção entre a seleção das afirmações classificadas como mitos, considerando-se como correspondentes a um conjunto de “itens negativos” face às afirmações classificadas como ideias aceites. Assim, criaram-se estas duas categorias, cotadas do seguinte modo (Tabela 3.5):

Tabela 3.5

Sistema de classificação da variável “Concepções sobre o ensino das ciências”.

Ideias aceites	{ Discordância – valor 1 Concordância – valor 2 Indeciso – * não é classificado
Mitos	{ Discordância – valor 2 Concordância – valor 1 Indeciso – * não é classificado

Esta forma de cotar as respostas dos estudantes possibilitou uma contabilização de dados mais simples: todas as respostas cotadas com valor 1 foram consideradas como as menos desejáveis e as respostas cotadas com o valor 2 consideradas as mais desejáveis. Para registar os resultados obtidos, construíram-se sete tabelas parcelares (Apêndice 3), uma para cada Escola Superior de Educação (ES I, ES II, ES III, ES IV, ES V, ES VI e ES VII). Os

dados foram lançados, item a item (identificados pela letra que consta do questionário) e organizados em dois conjuntos de colunas distintas: uma com os mitos agregados de acordo com a dimensão metacientífica a que se reportam e, outra, com as ideias aceites, organizadas do mesmo modo. Para cada estudante foram contabilizadas apenas as respostas mais desejáveis (valores 2) o que permitiu calcular o grau conceptual de cada respondente e a percentagem de respostas dadas por todos os estudantes a cada item. A análise permitiu calcular, para o conjunto de respondentes, e para cada respondente isoladamente, o grau de concordância/discordância com cada uma das afirmações e a frequência das perspectivas relacionadas com as quatro dimensões metacientíficas e os respetivos mitos no quadro conceptual estabelecido. Os resultados, registados nas Tabelas do Apêndice 3.2, forneceram a tendência das ideias dos estudantes de cada escola, o que permitiu situá-los nos respetivos graus de classificação das concepções sobre o ensino das ciências⁵⁹. A atribuição destes graus resultou da conversão dos resultados totais de cada estudante numa escala de quatro graus com intervalos “iguais”. Imaginando um *continuum* de zero a dezoito estabeleceu-se a escala representada na Figura 3.2.

C_{EC}	Grau 1				Grau 2					Grau 3				Grau 4					
$\Sigma x+y/$ 18	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Figura 3.2. Graus de classificação das concepções sobre o ensino das ciências (C_{EC}).

A partir destes dados calcularam-se as frequências em que se distribuíram os respondentes pelos quatro graus de concepções sobre o ensino das ciências, no total da amostra e nas subamostras de cada uma das Escolas Superiores de Educação.

3.2.3.3. *Concepções sobre ciência*

Finalmente, a análise das concepções dos estudantes sobre ciência, realizada a partir dos dados recolhidos através da aplicação da Parte III do questionário (Apêndice 2.1), tomou como referência as técnicas utilizadas em diversos estudos empíricos já realizados para analisar perfis de concepções sobre ciência, em especial os utilizados com populações de formação académica aproximada à dos participantes no presente estudo (e.g., Canavarro,

⁵⁹ Tal como se referiu no capítulo 2, o significado da designação – concepções sobre o ensino das ciências – remete para a concepção mais ampla da abordagem da metaciência no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

2000; Deng et al., 2011; Guerra-Ramos, Ryder & Leach, 2010; McDonald, 2010; Vázquez & Manassero, 2007).

Numa primeira fase de análise, as concepções dos estudantes foram examinadas de acordo com a conceptualização de conhecimento científico e das dimensões metacientíficas que orientou a presente investigação. Inicialmente, à semelhança do estudo conduzido por McDonald (2008, 2010), procurou-se situar as concepções dos respondentes em relação a um *continuum* de 4 perfis (visões) de categorização das concepções sobre conhecimento científico e sobre a construção desse mesmo conhecimento: “ingénuo, limitado, parcelar e abrangente”⁶⁰. Através deste *continuum* pretendia-se expressar a evolução progressiva das concepções sobre ciência, por referência ao conhecimento científico e às cinco dimensões metacientíficas em geral e, dentro de cada uma delas, às perspectivas abordadas. Considerou-se que cada perfil traduz um dado nível de conceptualização, do mais baixo (Ingénuo) ao mais elevado (Abrangente), consoante o número e diversidade de perspectivas de conhecimentos relativos às dimensões metacientíficas englobados no perfil (nível de abrangência do perfil conceptual). Para facilitar a cotação das respostas, consideraram-se dois conjuntos:

- A- Conceção sobre o conhecimento científico (C_C), tendo em conta os valores epistémicos conceptualizados por McMullin (1982).
- B- Conceção sobre a metaciência, tendo em conta as dimensões de construção da ciência de Ziman (1984, 2000), analisada face a cinco aspetos:
 - B1- Dimensões metacientíficas envolvidas na construção do conhecimento científico (C_{MC}).
 - B2 a B5- Características de cada dimensão metacientífica: dimensão filosófica – C_{DF} (B2); dimensão psicológica – C_{DP} (B3); dimensão sociológica interna – C_{DSI} (B4); e dimensão sociológica externa – C_{DSE} (B5).

Os descritores das categorias das variáveis discriminam o número e o tipo de perspectivas (afirmações) assinaladas pelos estudantes como respostas a cada uma das questões. De realçar que as concepções sobre o conhecimento científico (questão A.1, C_C) e sobre as dimensões envolvidas na sua construção (questão B.1, C_{MC}) estão descritas por seis afirmações, mas, em ambos os casos, uma dessas afirmações refere-se a um mito: o do conhecimento científico como o único legítimo e objetivo (questão A.1., afirmação IV) e o

⁶⁰ Como se referiu no capítulo 2, para facilitar a leitura, ao longo do texto usou-se, frequentemente, a designação mais curta de concepções sobre ciência, no sentido em que engloba a conceptualização sobre o conhecimento científico e sobre o conjunto das dimensões metacientíficas estudadas.

da existência de um método científico único com etapas definidas que orientam o trabalho dos cientistas (questão B.1., afirmação III). As questões relacionadas com as concepções sobre as características específicas de cada uma das dimensões metacientíficas estão descritas por seis afirmações, correspondendo a outras tantas perspectivas a elas associadas, exceto a dimensão sociológica interna que apenas contém cinco⁶¹.

Os dados foram lançados, item a item, para cada uma das concepções em análise (identificadas pela letra da questão respetiva como consta do questionário) e organizados em duas colunas distintas: uma com os números das afirmações assinaladas (possibilitando a sua contagem) e outra com a correspondente justificação. Ao conjugar o número de perspectivas assinaladas com a existência/ausência de justificações, procedeu-se à categorização das concepções em cada um dos perfis referidos, adiante especificada. Para cada questão distinguiram-se três categorias de justificações: justificação adequada (JA); justificação parcialmente adequada (JPA); e justificação não adequada (JNA), tendo como quadro referencial a conceptualização sobre a concepção multidimensional de ciência e do conhecimento científico apresentada no quadro teórico da investigação.

Com base na análise das respostas obtidas no estudo piloto, para além da ausência de justificação em algumas das respostas, tinham sido identificadas justificações-tipo: (1) apresentação das razões que conduziram à escolha, conceptualizando e/ou exemplificando adequadamente o assunto; (2) descrição idêntica às afirmações explicitadas nas perspectivas escolhidas; e (3) apresentação de razões não relacionadas com as perspectivas selecionadas, incluindo “ideias erróneas” sobre a questão em análise. A primeira foi categorizada como justificação adequada (JA), mesmo no caso de o estudante escolher o/s mito/s enunciados nas questões A.1 (C_C) e B.1 (C_{MC}), desde que justificassem adequadamente a concepção correspondente ao mito. Esta decisão justifica-se pelo facto de se considerar que a justificação adequada, consistente com a seleção do mito, revela que o estudante acredita na “veracidade” do conhecimento científico e na existência de um único “método científico” que os cientistas utilizam nas suas investigações experimentais, envolvendo a formulação de hipóteses e a sua testagem, a recolha, o registo e a interpretação de dados visando a validação ou rejeição de hipóteses⁶². A ausência de justificações e as outras duas situações foram inicialmente classificadas como justificações não adequadas (JNA).

⁶¹ Cf. Nota 54.

⁶² De realçar que os estudantes usam com frequência o termo “confirmação” com o significado de “validação”.

Numa primeira análise das justificações às respostas desta parte do questionário, considerou-se que o nível de expressão linguística das respostas, em geral, possuía uma estrutura sintática pobre. Tal foi patente, tanto pela escolha do léxico, das metáforas e do simbolismo (expressões coloquiais inadequadas ao contexto) como pela presença sistemática de erros ortográficos e de sintaxe nas construções fráscas.

Em face dos dados brutos, concluiu-se que se perdia informação relativamente às justificações apresentadas pelos respondentes para as afirmações selecionadas, tendo-se identificado duas situações novas: nos casos em que o estudante escolhia apenas uma afirmação, era frequente conseguir justificá-la adequadamente; nos casos em que o estudante selecionava duas ou mais afirmações, era frequente só conseguir justificá-las parcialmente ou não ser capaz de o fazer, o que foi suportado pela constatação da ocorrência destas situações nas respostas de um mesmo estudante. Daqui decorreu a decisão de introduzir uma outra categoria, justificação parcialmente adequada (JPA), sempre que surgiam justificações adequadas, embora parciais, do total ou de parte/s do conteúdo das afirmações selecionadas. A título de exemplo, apresentam-se respostas de dois estudantes⁶³:

[ES III, 100]	C _C JNA	Assinala duas afirmações (I e V)	Quando se fala em conhecimento científico, quanto a mim, o rigor é tido como tema em destaque. O conhecimento científico segue ainda um linear de ideias lógicas e bem concebidas. [repete ideias contidas nas afirmações]
	C _{MC} JA	Assinala a afirmação II e o “mito”	A construção do conhecimento científico baseia-se num processo contínuo que envolve experiências delineadas por uma linha orientadora e que contempla em todas elas a formulação de hipóteses. [refere-se à DF e inclui o “mito do método científico”]
	C _{DSE} JPA	Assinala duas afirmações (I e V)	Existe uma simbiose, nem sempre notável com rigor entre a ciência e a sociedade. Contudo, considero que uma influencia a outra, existindo uma influência mútua, já que a ciência se centra muitas vezes nos problemas sociais e a sociedade espera muito do trabalho dos cientistas. [vago, não concretiza nem dá exemplos]
[ES VII, 201]	C _C JA	Assinala a afirmação III	Optei pela resposta III porque penso que é a definição mais acertada. Na minha opinião, a Ciência além de ter um grande rigor científico, ou pelo menos deve ter, abre caminho a novos estudos, ... mas sempre baseados em factos racionais, acentos na razão e na pesquisa rigorosa que fazem para tentar desenvolvimentos importantes nesta área e conseqüentemente a sua evolução na humanidade. [explicita o conceito de <i>fecundidade</i> do conhecimento científico]
	C _{DF} JPA	Assinala duas afirmações (III e IV)	Neste caso optei por estas duas respostas, porque no caso da primeira hipótese, os cientistas arriscam, porque quando tentam descobrir algo importante, pode haver outro ponto de vista e assim deitar por terra o trabalho que foi desenvolvido pelo outro. No caso da segunda resposta, acho que os procedimentos de observação e

⁶³ Todas as frases foram transcritas exatamente como os estudantes escreveram (*sic*) embora tenham erros sintáticos e ortográficos.

		experimentação vão dar um grande contributo para descobrir a realidade e a verdade. [compreende o carácter contingente e provisório do conhecimento que está sujeito a refutação mas não concretiza a justificação da afirmação IV]
C _{DP} JNA	Assinala duas afirmações (I e III)	Penso que estas duas respostas ilustram o que penso destes profissionais. [não justifica as atitudes e os comportamentos dos cientistas]

A análise de todos os dados apurados permitiu construir um perfil das conceções de cada estudante e enquadrá-lo num *continuum* desde um menor grau de conceptualização (perfis ingénuo ou limitado) quando as afirmações por ele seleccionadas, em cada questão, eram em número reduzido e com justificações não adequadas ou só parcialmente adequadas, até um maior nível de compreensão do conceito (perfis parcelar ou abrangente), com selecção da totalidade ou quase totalidade das afirmações assinaladas e com justificações parcialmente adequadas ou adequadas às escolhas. Na Tabela 3.6 apresentam-se os descritores correspondentes a cada um dos perfis.

Tabela 3.6

Descritores dos perfis em que se categorizaram as conceções dos estudantes.

Perfis	Descritores
<i>Ingénuo</i>	Inclui os estudantes que seleccionaram o/s mito/s com ou sem justificação parcial (JPA) ou totalmente adequada (JA) e, também, os que tendo seleccionado uma única afirmação não a justificaram adequadamente (JNA). Pelo facto de todas as questões solicitarem assinalar “a ou as afirmações” que pudessem responder à questão, assumiu-se que todos os estudantes responderam assinalando pelo menos uma afirmação, ainda que o tenham feito aleatoriamente. Só uma justificação adequada (JA) ou parcialmente adequada (JPA) foi considerada como tendo correspondido à escolha real do estudante.
<i>Limitado</i>	Inclui os estudantes que assinalaram apenas uma afirmação, mas conseguiram apresentar uma justificação total ou parcialmente adequada e os que tendo assinalado duas ou mais características e/ou perspectivas não as justificaram (JNA).
<i>Parcelar</i>	Inclui os estudantes que assinalaram duas, três ou quatro características ou perspectivas em cada questão e foram capazes de as justificar parcialmente, bem como aos que apenas seleccionaram duas e as justificaram adequadamente. A inclusão neste perfil do conjunto “duas características parcialmente justificadas” tem como fundamento o facto de se poder considerar uma situação de transição entre este perfil e o mais próximo, conceptualmente inferior (limitado), em particular no caso das questões (itens A1, B1 e B4) onde constavam apenas cinco características ou perspectivas válidas para a classificação.
<i>Abrangente</i>	Inclui os estudantes que assinalaram todas ou quase todas as perspectivas referentes a cada uma das conceções (cinco ou seis afirmações) e apresentaram uma justificação parcialmente adequada, ou adequada. Foram, também, colocados neste perfil os estudantes que assinalaram três perspectivas (ou características) e as justificaram adequadamente. Esta decisão tem por base o facto de, à partida, não se ter pedido aos respondentes que justificassem as afirmações assinaladas uma a uma e, também, por se considerar que um estudante é já possuidor de um perfil abrangente (sobre o conhecimento científico, sobre a metaciência em geral ou sobre uma determinada dimensão de construção da ciência) se for capaz de justificar parcial ou totalmente um número igual ou maior do que 50% das características ou perspectivas sobre a concepção em análise.

Com base nestes critérios, realizou-se a distribuição dos dados apurados, relativamente a cada um dos respondentes, para cada uma das concepções em análise e, no final, organizou-se toda a informação com vista a obter uma “imagem global” do perfil de cada estudante (em geral e para cada concepção analisada) e, identicamente, para o conjunto dos estudantes. No diagrama da Figura 3.3 está representado o *continuum* de perfis em que se categorizaram as concepções dos estudantes, ou seja, o modelo de análise utilizado. Cada área sombreada representa a abrangência do perfil correspondente (descrito pelo número de afirmações assinaladas em cada questão, conjugadas com a categoria em que foi incluída a respetiva justificação). Procurou-se, deste modo, apreciar as concepções dos estudantes de um modo mais holístico (Allchin, 2011) em comparação com outros estudos empíricos que avaliam as concepções sobre ciência com base em listas de afirmações tidas como as mais consensuais por cientistas, filósofos, historiadores e sociólogos da ciência, de que é exemplo o *VNOS* (Lederman et al., 2002). E, neste sentido, prosseguir a recomendação de Matthews (2012a) colocando o foco do estudo em aspetos mais abrangentes e contextualizados que, sem perder de vista a natureza do conhecimento científico, “incidam também nos processos, nas instituições e nos contextos culturais e sociais onde o conhecimento é produzido” (p. 22).

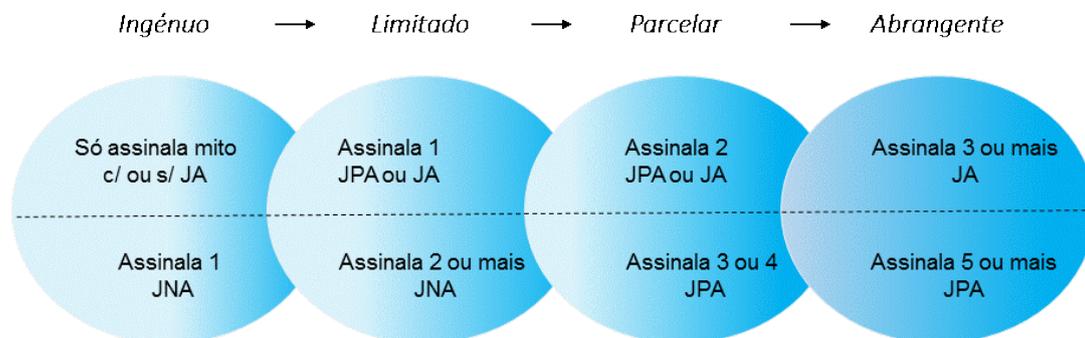


Figura 3.3. Modelo de análise, representando o *continuum* de perfis em que se categorizaram as concepções sobre ciência dos estudantes.

Ao longo do *continuum* (da esquerda para a direita) situam-se os estudantes nos quatro perfis considerados, de acordo com o modo como foram categorizados em cada uma das concepções (C_C , C_{MC} , C_{DF} , C_{DP} , C_{DSI} , C_{DSE}).

No caso das concepções sobre o conhecimento científico (C_C) e sobre o conhecimento da metaciência (C_{MC}), nenhum respondente que tenha selecionado a afirmação correspondente ao mito foi categorizado no perfil abrangente, mesmo que cumprisse todas as condições estabelecidas. O mesmo critério não se aplicou ao perfil parcelar, onde a seleção dos mitos ocorreu num pequeno número de casos, por se reconhecer que, de acordo com

diversos autores (e.g., Grandy & Duschl, 2007; Hodson, 1998; Kosso, 2009; McComas, 1996; Santos, 2005a; Vázquez & Manassero, 2007), estes mitos continuam a persistir no ensino das ciências e surgem descritos em manuais escolares do ensino básico e secundário. Por isso, não se estranhou que os estudantes, maioritariamente de formação académica em “humanidades”, continuem a atribuir relevância àquelas afirmações, mesmo quando não as explicitaram nas justificações às respostas (classificadas como parcialmente adequadas). Como exemplo do procedimento usado na cotação das respostas e na atribuição das categorias dos respetivos perfis de conceções, apresentam-se respostas correspondentes à dimensão sociológica da ciência na sua vertente externa (C_{DSE}) onde, em princípio, as escolhas seriam de justificação mais acessível por incluírem algumas das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade que fazem parte da agenda política atual e do discurso dominante veiculado na sociedade.

- [a]⁶⁴
 Perfil
Ingénuo
- Concordo plenamente com a primeira opção pois as mesmas encontram-se interligadas. [assinala I – JNA, ES III, 106]
- A ciência deve acompanhar a sociedade, e portanto, devem criar soluções para os problemas existentes na sociedade. [assinala V- JNA, ES II, 77]
- [b]
 Perfil
Limitado
- A ciência propõe soluções de alguns dos problemas da sociedade, como por exemplo, o da poluição. A ciência está presente em toda a sociedade, mas também, não só apresentando soluções para os problemas, a ciência questiona a nossa sociedade com questões que afetaram a nossa sociedade como por exemplo a densidade populacional, (...). [assinala I – JA, ES V, 169]
- Por exemplo, no que diz respeito à saúde, os cientistas investigam e solucionam ou tentam solucionar alguns problemas de saúde, encontrando a cura para as doenças. [assinala V - JPA, ES VI, 178]
- [c]
 Perfil
Parcelar
- A nossa sociedade é cada vez mais informatizada e inovadora. Novos instrumentos só vão ser úteis e facilitadores na descoberta de nova informação. Muitas das novas descobertas só ajudaram e só ajudarão a sociedade, por exemplo se descobrirem a cura de muitas doenças, como já descobriram, a percentagem de mortalidade diminuirá e a qualidade de vida de pessoas doentes melhorará. [assinala I, II e V – JPA, ES II, 81]
- A ciência propõe quase sempre soluções para problemas do nosso dia-a-dia podendo ajudar bastante a sociedade. A investigação científica procura sempre mostrar o inexplicado. Os governos e empresas financiam as linhas de investigação de acordo com protocolos que não devem ser violados. [assinala I, II, IV e VI – JPA, ES V, 161]
- É verdade que a ciência cada vez mais arranja soluções para os problemas que abrangem a sociedade. Estou a falar de doenças que podem ser prevenidas através de vacinas ou, em muitos casos, de cancro que através da evolução e desenvolvimento das técnicas ajudam e nalguns casos até podem curar. Acho que a ciência estabelece uma relação saudável com a sociedade uma vez que, sem o seu desenvolvimento, a taxa de mortalidade disparava a um ritmo extraordinário. [assinala I, II – JPA, ES IV, 143]

⁶⁴ A identificação de textos/excertos de texto ilustrativos dos procedimentos de análise e categorização das dimensões correspondentes à primeira fase da investigação fez-se recorrendo às letras do alfabeto. Na segunda parte da investigação utilizou-se a numeração árabe sequencial. Esta opção visou distinguir facilmente futuras referências a situações exemplificativas, de uma e da outra fase da investigação, relacionadas com a interpretação dos dados.

[d] Perfil <i>Abrangente</i>	<p>A ciência, ao longo dos tempos sempre apresentou soluções que, em última análise, acarretam inevitavelmente consequências mais ou menos graves para o planeta/a humanidade/a sociedade. Isso não desvaloriza as conquistas alcançadas. No entanto, resulta em reflexões e controvérsias. Também, o facto de que por vezes o governo usa a ciência qual instrumento em prol dos interesses próprios (exemplo flagrante: Projeto Manhattan) é digno de nota levando muitos a questionar motivações e interesses na retaguarda de determinados processos científicos, olhando para esta área com alguma desconfiança... [assinala I, IV e V – JA, ES VI, 185]</p> <p>Concordo com todas as opções visto que a ciência está ligada em todos os aspetos com a sociedade. Para que a sociedade evolua tem que existir a ciência/tecnologia. [assinala todas as afirmações – JPA, ES III, 121]</p>
------------------------------------	--

Os excertos [a] escolhidos para ilustrar o perfil ingénuo continham respostas limitadas à seleção de uma das afirmações sem qualquer justificação ou com justificações não adequadas (JNA): opinativas, como a do estudante 77 da ES II, “A ciência deve acompanhar a sociedade e, portanto, devem criar soluções para os problemas [...]”, com argumentos restritivos e/ou repetindo os enunciados das afirmações escolhidas.

No perfil limitado, incluíram-se respostas de estudantes (excertos [b]) que, tendo assinalado duas ou mais afirmações, não as justificaram com clareza, à semelhança dos casos explicitados para o perfil ingénuo. Contudo, foram categorizadas neste perfil as respostas que, embora assinalando apenas uma afirmação, a justificaram parcialmente (JPA) através de exemplos. É o caso do estudante 178 da ES VI que apenas assinalou a afirmação V, “Os problemas que afligem a sociedade levam os cientistas a procurar desenvolver soluções (instrumentos, processos e materiais) mais eficazes do que as já existentes”, e justifica a escolha citando os problemas de saúde que a sociedade enfrenta. Também se incluíram neste perfil as respostas que justificavam adequadamente (JA) a afirmação assinalada como, por exemplo, a do estudante 169 da ES V, exprimindo uma ideia coerente com a afirmação, “A ciência propõe soluções para alguns problemas da sociedade mas também coloca novas questões em função dos impactes que as suas aplicações têm na vida quotidiana”, ao referir os exemplos no contexto da frase. Nestes casos, considerou-se que os exemplos apresentados tinham significado para a compreensão dos conceitos contidos nas afirmações.

No perfil parcelar, incluíram-se os casos, ilustrados nos excertos [c] em que a seleção de duas ou mais afirmações era acompanhada de uma justificação parcial. As justificações parcialmente adequadas parecem estar associadas a algumas dificuldades linguísticas ou à falta de hábito dos estudantes exprimirem as ideias por escrito. Não se encontrou nenhuma resposta classificada com justificação adequada e duas afirmações assinaladas. Tal como se pode verificar, os estudantes usaram exemplos ilustrativos nas justificações, mas só foram

capazes de o fazer para algumas das afirmações que assinalaram. É o caso do estudante 81 da ES II que refere a inovação tecnológica sem assinalar a afirmação VI (“A investigação científica conduz a novas ideias e a aplicações práticas que influenciam o desenvolvimento de inovações e produções tecnológicas”) que exprime claramente essa ideia, embora refira exemplos ilustrativos das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade como os avanços na cura das doenças e na melhoria da qualidade do ambiente. O estudante 161 da ES V assinalou quatro afirmações, mas a justificação apenas corresponde à conceptualização dos condicionalismos impostos à ciência através dos mecanismos de financiamento (afirmação IV). Realça-se a incidência em exemplos sobre a saúde/doença para ilustrar as justificações apresentadas pela maioria dos estudantes.

No perfil abrangente, foram categorizadas as respostas que assinalavam um maior número de afirmações e as justificavam parcial ou adequadamente (excertos [d]). Neste caso, as justificações classificadas como parcialmente adequadas foram as que, mesmo evidenciando alguma conceptualização relativa às afirmações selecionadas, eram genéricas, como no caso da resposta do estudante 121 da ES III. De realçar o facto do estudante 185 da ES VI apresentar uma justificação adequada que revela a compreensão dos conceitos e um exemplo – *Projeto Manhattan* – distinto dos mais frequentes (sobre saúde/doença) encontrados nas justificações de grande número de respostas.

Os dados foram organizados em tabelas, para cada uma das ES, e para cada estudante, onde se registaram, em colunas paralelas, as afirmações assinaladas relativas a cada uma das conceções, a categoria de justificação atribuída à resposta e o perfil do estudante (os valores I, 2, 3 e 4 correspondem, respetivamente, aos perfis Ingénua, Limitado, Parcelar e Abrangente) em relação a cada uma das conceções em análise. Para facilitar o cálculo das cotações, incluíram-se duas colunas (Apêndice 3.3) onde se registou, com um asterisco, a seleção das afirmações referentes aos mitos sobre o conhecimento científico (C_C , afirmação IV) e sobre o conhecimento metacientífico (C_{MC} , afirmação III). Para cada escola, elaborou-se uma tabela síntese com os somatórios de todas as afirmações selecionadas, das justificações que os estudantes escreveram para cada uma das respostas e dos quatro tipos de perfis identificados. O total de resultados obtidos foi organizado em tabelas e os dados foram contabilizados por estudante, por escola e para o total da amostra global desta fase da investigação. A partir dessas tabelas construíram-se gráficos que possibilitaram a análise dos resultados e apreciar a tendência global da distribuição dos perfis em que se situam os estudantes e a tendência verificada em cada escola.

Considerando a natureza de cada um dos perfis conceptuais (sobre o conhecimento científico e sobre as dimensões metacientíficas, em conjunto e individualmente) e o facto de os estudantes se situarem essencialmente nos perfis limitado e parcelar, procurou-se determinar a tendência global do perfil conceptual sobre ciência de cada um dos estudantes, através da ponderação da tendência mais frequente no conjunto dos perfis parciais. Sempre que, para um dado estudante, ocorria um número igual de perfis parciais diferentes (por exemplo, três perfis conceptuais categorizados como limitado e outros três categorizados como parcelar) considerou-se que a tendência global expressa tendia para o nível mais elevado (neste caso o parcelar). Face aos dados brutos encontraram-se alguns (poucos) casos em que no conjunto dos perfis parciais de um dado estudante ocorria um número igual de perfis ingénua e limitado. Nestes casos, e atendendo ao facto de em nenhuma situação o estudante ter apresentado uma justificação adequada ou parcialmente adequada para as escolhas que levaram à classificação do perfil relativo a cada uma das concepções (como são exemplo os casos dos estudantes da ES II, 61 e da ES IV, 132), considerou-se que a tendência global se situava no perfil ingénua.

3.3. Análise curricular

Nesta secção, orientada pelo segundo dos objetivos da primeira fase da investigação, “Analisar a relação das concepções com a inclusão da metaciência nos programas das unidades curriculares de *Formação na Área de Docência do Estudo do Meio* (ciências naturais) que integram os planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica (1.º e 2.º anos) nas instituições frequentadas pelos estudantes participantes na investigação”, descrevem-se e discutem-se os procedimentos metodológicos usados para caracterizar a formação, sobre ciência e sobre o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, conferida por essas escolas superiores.

A análise dos planos de estudos, correspondentes à referida área de docência, permitiu obter dados para caracterizar, em geral, a composição da formação e, mais especificamente, a mensagem contida nos programas. A presente secção dedica-se à descrição, conceptualização e discussão dos procedimentos analíticos, incidindo em aspetos comuns aos planos de estudos e a todos os programas de formação de cada escola, utilizados para caracterizar a mensagem contida nesses programas, no que diz respeito ao nível de abordagem da metaciência, em termos da abrangência e da diversidade de perspetivas

exploradas. Estes procedimentos de recolha e análise dos dados decorreram paralelamente aos que se empreenderam para analisar os questionários e antes de se iniciar a recolha de dados inerente à segunda fase da investigação, tal como preconizado por Onwuegbuzie & Teddlie (2003) ao adotar-se uma metodologia mista sequencial, como no caso da presente investigação.

3.3.1. Os planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica

Em consonância com a legislação vigente, os planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica das sete Escolas Superiores de Educação possuem um formato idêntico. No que diz respeito à componente de formação em ciências naturais podem distinguir-se duas vertentes: uma composta por unidades curriculares (UC) de cariz científico e outra por unidades curriculares de didática. A *Formação na Área de Docência (FAD) do Estudo do Meio* (de cariz científico) está espelhada num conjunto de unidades curriculares correspondentes a 30 créditos⁶⁵. Destes, cerca de 15 créditos, distribuem-se por unidades curriculares relativas à área de ciências naturais e os restantes distribuem-se por unidades curriculares relacionadas com a área de ciências sociais.

A análise incidiu sobre o plano de estudos de cada uma das escolas, extraído dos documentos legais (Portarias/Despachos⁶⁶) publicados em Diário da República. Apesar da estrutura curricular ser comum, a oferta formativa de cada Escola Superior de Educação, no âmbito das ciências naturais, é diversa: as unidades curriculares correspondentes ao conjunto da formação conferida variam em número e estatuto (obrigatórias/opcionais) de acordo com as opções de cada instituição. Na Tabela 3.7 resume-se a estrutura do plano de estudos da Licenciatura em Educação Básica em cada uma das sete escolas envolvidas na investigação,

⁶⁵ O artigo 15º do Decreto-Lei n.º 43/2007 de 22 de fevereiro estabelece o número de créditos dos planos de estudos da LEB, em termos gerais. Assim, a FAD, tem de incluir um número de unidades curriculares (UC) com o mínimo de 120 créditos (igualmente subdivididos pelas 4 áreas estabelecidas: Português, Matemática, Estudo do Meio e Expressões) e, para a componente de formação didática (DID), um mínimo de 15 créditos.

⁶⁶ No sentido de manter o anonimato e garantir a confidencialidade dos dados, foi atribuído um nome ao programa de cada uma das unidades curriculares integrante do plano de estudos de cada uma das sete escolas, com base nos seguintes critérios: (1) a proximidade às designações originais dos programas; e (2) o âmbito em que se situava a maioria dos tópicos enunciados nos temas de cada programa, em termos de conhecimentos a adquirir. As unidades curriculares com conteúdos de física e química foram denominadas por Ciências Físicas e Químicas; as que tratavam temas de biologia e geologia foram denominadas por Ciências Naturais; as que incidiam em tópicos de ecologia designaram-se por Ciências do Ambiente; as que abordavam questões de saúde e segurança designaram-se por Saúde e Sociedade; as que abordavam temas habitualmente associados à educação (cultura) científica designaram-se por Ciência e Sociedade; as que visavam a aprendizagem de processos científicos denominaram-se por Trabalho Prático em Ciências; e as unidades curriculares de cariz didático foram designadas por Didática do Estudo do Meio.

indicando o nome e o número de créditos de cada uma das unidades curriculares que compõem a *FAD do Estudo do Meio* (ciências naturais) e a/as disciplina/s de cariz didático no âmbito do *Estudo do Meio*.

Nas Escolas Superiores de Educação II, III e V todas as unidades curriculares são obrigatórias. Nas restantes escolas existem unidades curriculares opcionais, quer sejam lecionadas no 1.º e/ou 2.º anos (ES I, IV e VII), quer no 3.º ano (ES IV e VI) da licenciatura. A componente de didática (DID), conjugando as ciências naturais e as ciências sociais, é lecionada no 3.º ano em todas as instituições e o número de créditos atribuídos à unidade curricular correspondente é de 3 (ES V), 4 (ES I, III e IV) ou 5 (ES II, VI e VII). A ES IV é a única que oferece, em opção, no 3.º ano da licenciatura uma unidade curricular na área da didática (3 créditos).

Para os objetivos da presente investigação, interessou apenas a análise da formação conferida no 1.º e 2.º anos da licenciatura, comum aos estudantes respondentes ao questionário aplicado no início do 3.º ano. Assim, procedeu-se à recolha dos programas de todas as unidades curriculares, correspondente a esses anos, que integravam a componente de formação em ciências naturais nas sete instituições. Na situação dos programas (ou fichas) das unidades curriculares não se encontrarem acessíveis através do Portal de cada uma das instituições, eles foram solicitados diretamente aos coordenadores de Departamento/Curso e, em alguns casos, aos docentes responsáveis pelas áreas científicas. Reuniu-se a totalidade dos programas das unidades curriculares obrigatórias (18) e opcionais (6) da Formação da Área da Docência do Estudo do Meio na área de ciências naturais. Numa primeira análise geral dos programas recolhidos, constatou-se que a natureza e os conteúdos das unidades curriculares variavam nas diversas escolas. Assim, os programas diferiam, por exemplo, do ponto de vista do maior ou menor estatuto conferido à formação científica que preconizavam, evidenciado pelo número de unidades curriculares obrigatórias e pelo número de créditos respeitantes a cada uma delas. Para além disso, atendendo aos conteúdos programáticos enunciados no conjunto dos programas das unidades curriculares obrigatórias, surgiam, a par dos programas orientados para a aprendizagem em ciência, focando áreas científicas específicas (por exemplo, Ciências Naturais, Ciências Físicas e Químicas), outros programas mais abrangentes e orientados (parcial ou inteiramente) para a aprendizagem sobre ciência, focando áreas do saber de natureza mais interdisciplinar no âmbito da educação científica (por exemplo, Ciência e Sociedade, Saúde e Sociedade).

Tabela 3.7

Unidades curriculares da Licenciatura em Educação Básica no âmbito do Estudo do Meio (ciências naturais), em cada uma das sete escolas (ES).

ES	Licenciatura em Educação Básica					
	1º e 2º anos		3º ano			
	UC Obrigatórias (FAD)		UC Opcionais (FAD)		UC Opcionais (FAD/DID*)	
ES I	Ciências Físicas e Químicas 5 créditos	Ciências Naturais 5 créditos	Ciência e sociedade 5 créditos	Ciências do Ambiente / Trabalho Prático em Ciências/ Saúde e Sociedade 5 créditos	Didática do Estudo do Meio 4 créditos	
ES II	Ciências Naturais 6 créditos	Ciências do Ambiente 6 créditos		Didática do Estudo do Meio 5 créditos	Saúde e Sociedade 4 créditos	
ES III	Ciências Físicas e Químicas 6 créditos	Ciências Naturais 5 créditos	Ciências do Ambiente 6 créditos	Saúde e Sociedade 4 créditos	Didática do Estudo do Meio 4 créditos	
ES IV	Ciências Físicas e Químicas 6 créditos	Ciências Naturais 6 créditos	Ciências Naturais/ Ciências Físicas e Químicas 3 créditos	Didática do Estudo do Meio 4 créditos	Didática do Estudo do Meio 4 créditos	Ciências Naturais/ Ciências Físicas e Químicas 6 créditos Didática 3 créditos
ES V	Ciências Físicas e Químicas 5 créditos	Ciências Naturais 5 créditos		Didática do Estudo do Meio 3 créditos	Didática do Estudo do Meio 3 créditos	Ciência e Sociedade 6 créditos
ES VI	Ciências Físicas e Químicas 5 créditos	Ciências Naturais 5 créditos		Didática do Estudo do Meio 5 créditos	Didática do Estudo do Meio 5 créditos	Saúde e Sociedade/ Ciência e Sociedade 5 créditos
ES VII	Ciências Naturais 5 créditos	Ciências do Ambiente 5 créditos	Saúde e Sociedade 5 créditos	Trabalho Prático em Ciências 5 créditos	Didática do Estudo do Meio 5 créditos	

Nota. *FAD, Formação na Área da Docência; DID, formação em Didática

Perante a diversidade de oferta dos planos de estudos, optou-se por realizar uma análise mais fina das unidades curriculares obrigatórias, as únicas que todos estudantes tinham frequentado, em cada instituição, até ao início do 3.º ano (ano letivo de 2011/12), quando responderam ao questionário aplicado no âmbito da presente investigação. Esta opção justifica-se pelo facto de ser expectável que nas unidades curriculares, visando a aprendizagem em áreas científicas mais específicas, houvesse referências à metaciência, dado que a inclusão de uma componente metacientífica nos currículos tem sido preconizada por várias organizações internacionais (e.g., AAAS, 1989, 1993; NRC, 1996, 2012; OECD, 2000, 2006; Rocard et al., 2007;) como um dos objetivos da educação científica. Essas referências poderiam traduzir-se, essencialmente, na exploração das capacidades metacientíficas, associadas aos processos científicos, a desenvolver na aprendizagem (*scientific inquiry*). Por exemplo, alguns aspetos da dimensão filosófica da ciência poderiam ser abordados a propósito da realização de atividades experimentais, como defende Bell (2008). Em outras componentes dos programas, se houvesse indicações explícitas para o desenvolvimento de conhecimentos e capacidades de argumentação na análise de controvérsias científicas e sociocientíficas, uma abordagem que tem vindo a ser defendida por diversos autores (e.g., Erduran & Jimenez-Aleixandre 2008, 2012) como essencial para a educação científica, podiam estar relacionadas com a exploração de perspetivas associadas à dimensão sociológica da ciência nas suas vertentes interna e externa.

3.3.2. Análise dos programas de cariz científico

Tendo como referencial teórico o modelo do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000), pode dizer-se que a análise dos programas incidiu sobre o contexto de ensino/aprendizagem, na sua componente instrucional, centrando-se em dois aspetos: *o que* cada um dos documentos legitima como discurso pedagógico, em termos de conhecimentos e de capacidades associados às dimensões metacientíficas a serem transmitidos/adquiridos durante a formação, e *o como*, por referência aos princípios que regulam a transmissão/aquisição do discurso pedagógico.

A análise de *o que* do discurso pedagógico, expresso em cada um dos programas, incidiu na presença da metaciência, em termos da abrangência e da diversidade de perspetivas relativas a capacidades e a conhecimentos metacientíficos, associados a todas e a cada uma das dimensões metacientíficas em estudo. Relativamente ao *o como* do discurso pedagógico, ou seja, ao processo que regula a transmissão/aquisição dos conhecimentos e/ou

capacidades metacientíficos e científicos, considerou-se a análise: (1) da relação intradisciplinar entre conhecimentos metacientíficos e científicos (relação entre discursos); e (2) do grau de explicitação da metaciência em termos dos conhecimentos e/ou capacidades relativos a cada uma das dimensões metacientíficas.

Em termos da conceptualização de *o que* do discurso pedagógico, estabeleceram-se como categorias de análise os conhecimentos e as capacidades associados às dimensões metacientíficas. Tendo presente o texto metacientífico (capítulo 2, ponto 2.2) concebido com base nas ideias de alguns autores (McMullin, 1982; Ziman, 1984, 2000), foram enunciadas diferentes perspetivas de abordagem conceptual (e.g., Lederman, 2007) relacionadas com cada uma das dimensões metacientíficas e explicitados os conhecimentos e as capacidades associadas a cada uma dessas dimensões (Tabelas I e II, Apêndice 4.1), sem elidir a ausência de fronteiras nítidas entre as quatro dimensões de construção da ciência propostas por Ziman (1984). Assim, embora não se pretenda descrever exaustivamente os conhecimentos e as capacidades associadas às referidas dimensões, evidencia-se o facto de algumas das capacidades descritas estarem estreitamente ligadas a conhecimentos expressos nas perspetivas constantes da tabela I (Apêndice 4.1), por se considerarem relevantes para a formação dos futuros professores do 1.º ciclo do ensino básico. Por exemplo, a perspetiva da dimensão filosófica, identificada na tabela I como DF_{C06}, refere a imaginação como um importante aspeto para a construção do conhecimento científico. Mas a imaginação e a criatividade são importantes características da personalidade dos cientistas (Matthews, 2009a; Ziman, 1984, 2000) que devem ser reconhecidas como tal e, por isso, trabalhadas no ensino/aprendizagem das ciências. Daí, terem sido, também, incluídas como capacidades associadas à dimensão psicológica da ciência (identificada na Tabela I como DP_{Ca2}). O mesmo sucede com a necessidade e a relevância de comunicar e divulgar o conhecimento científico, atividades associadas tanto a conhecimentos relacionados com a dimensão histórica (identificada na Tabela I como DH_{C02}) como a conhecimentos relacionados com a dimensão sociológica interna da ciência (identificada na Tabela I como DSI_{C03}), possibilitando o acesso ao conhecimento produzido e focando a necessidade do estudo e da análise crítica do conhecimento científico atual ou já existente. Esta explicitação de conhecimentos e de capacidades associadas às quatro dimensões de construção da ciência justifica-se pela necessidade de figurarem claramente nos materiais curriculares construídos

para a formação⁶⁷. Além disso, estas perspectivas são idênticas às categorias utilizadas na análise do questionário que foi construído com a finalidade de identificar as concepções dos estudantes sobre ciência, procurando-se garantir a validade de conteúdo (e.g., Morais & Neves, 2007b; Yin, 2009) nas diversas fases da investigação (Teddlie & Tashakkori, 2009).

Em termos de conceptualização de *o como* do discurso pedagógico, recorreu-se à teorização de Bernstein, usando o conceito de classificação para caracterizar a relação intradisciplinar entre metaciência e ciência. Nestes casos, considerou-se que a existência de fronteiras nítidas entre os conhecimentos traduz uma classificação forte e que o esbatimento dessas fronteiras traduz uma classificação fraca. Tendo em vista a análise do grau de explicitação do conhecimento metacientífico, em termos de capacidades e de conhecimentos associados a cada uma das dimensões metacientíficas, usou-se o conceito de enquadramento. Considerou-se, assim, que o enquadramento é forte quando existe uma clara explicitação do texto a ser transmitido/adquirido e fraco quando o texto fica implícito. A Figura 3.4 esquematiza o modelo de análise de *o que* e de *o como* do discurso pedagógico veiculado pelos programas analisados.

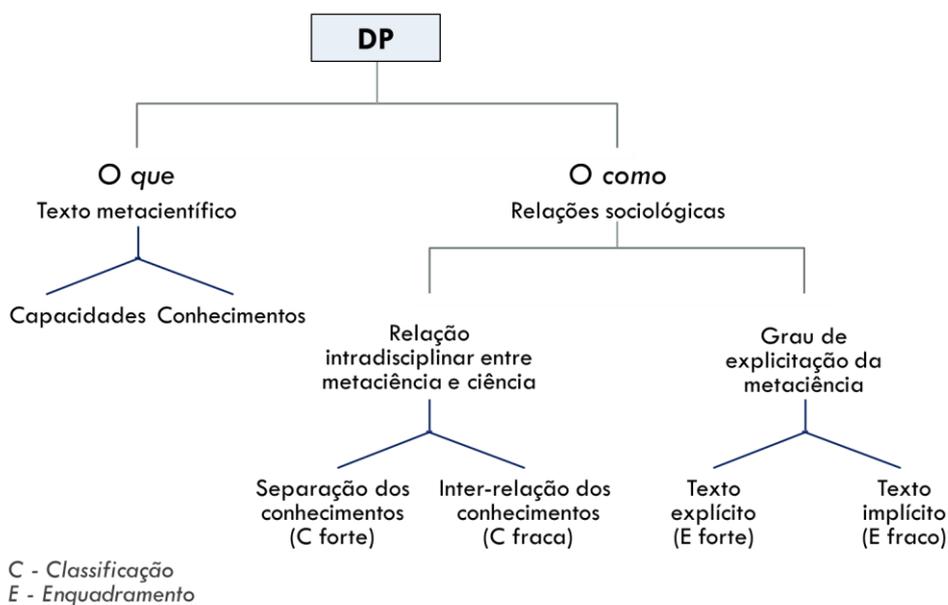


Figura 3.4. Modelo de análise do discurso veiculado pelos documentos curriculares (adaptado de Morais & Neves, 2001).

⁶⁷ Inicialmente, encarou-se a possibilidade de analisar os materiais usados na concretização de todos os programas em estudo, nomeadamente, os guiões das atividades, os textos de apoio e as orientações para a elaboração dos trabalhos de avaliação, admitindo que fosse possível encontrar excertos de texto que contemplassem as perspectivas da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades) de um modo explícito. Contudo, não foi possível recolher os materiais referidos em todas as escolas, pelo que não se concretizou essa análise.

Estes conceitos que integram a linguagem interna de descrição de Bernstein foram utilizados na construção dos instrumentos de análise, possibilitando a definição dos descritores correspondentes aos graus das escalas de cada instrumento. Para este processo de construção contribuíram os dados empíricos obtidos através da aplicação exploratória dos instrumentos, permitindo a sua reformulação à medida que se procedeu a esta análise preliminar. Assim, e tal como referem Morais e Neves (2007b), procurou-se que os instrumentos fossem construídos segundo uma orientação metodológica “através do desenvolvimento de uma linguagem externa de descrição que resulta de uma dialética constante entre os conceitos fornecidos pela teoria (linguagem interna de descrição) e os dados empíricos ‘observáveis’ nos contextos em análise” (p. 87), visando contribuir para a validade interna da investigação.

3.3.2.1. Conceção dos instrumentos de análise dos programas

De acordo com o anteriormente estabelecido, a análise dos programas que integram a *Formação na Área da Docência de Estudo do Meio*, no âmbito das ciências naturais, teve como referencial a inclusão da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades), o seu grau de explicitação e a sua relação com a ciência. Os programas foram analisados na íntegra, exceto nos casos em que eram constituídos por módulos distintos e a análise apenas incidiu no módulo correspondente à área de ciências naturais. Os instrumentos construídos no âmbito do quadro teórico da presente investigação foram adaptados de outros instrumentos de análise curricular que têm focado a construção da ciência e a relação entre ciência e metaciência (e.g., Castro & Morais, 2005; Ferreira et al., 2006). A análise dos textos dos programas incidiu no *que* e no *como* do discurso pedagógico em relação ao contexto de transmissão/aquisição e ao contexto de avaliação.

Delimitação dos indicadores e das unidades de análise

Em geral, os programas estão estruturados nas seguintes componentes: (1) introdução, onde se justifica genericamente a relevância da disciplina e as suas finalidades; (2) objetivos e/ou competências a desenvolver, onde se especificam as competências específicas da unidade curricular em relação ao perfil de competências de formação geral da Escola

Superior de Educação (ES)⁶⁸ onde o programa é lecionado; (3) temas e conteúdos, onde se listam os tópicos da unidade curricular; (4) estratégias e metodologias de trabalho, onde se explicitam as orientações metodológicas que norteiam o ensino da unidade curricular e as atividades privilegiadas, incluindo as formas de acompanhamento tutorial dos estudantes; (5) atividades de desenvolvimento da unidade ou complementares, quando têm lugar; e (6) avaliação e classificação, onde se estabelecem genericamente os critérios, se enunciam os instrumentos e produtos de avaliação e os pesos relativos na classificação final da unidade curricular. Por isso, estabeleceu-se uma correspondência das secções de cada programa com os indicadores a serem considerados na análise de *o que* e de *o como* do discurso pedagógico: “objetivos” (finalidades/capacidades/objetivos), “temas” (temas e conteúdos), “orientações metodológicas” (estratégias e metodologias de trabalho/atividades) e “avaliação” (avaliação e classificação/ instrumentos/ produtos/ critérios).

Esta opção justifica-se na medida em que se procurou avaliar sempre os mesmos aspetos em cada secção do programa, de modo a garantir a consistência dos resultados obtidos para cada programa e para o conjunto de programas analisados. Assim, a análise do contexto de transmissão/aquisição é o resultado do conjunto das análises relativas aos indicadores objetivos, temas e orientações metodológicas e a análise do contexto de avaliação reporta-se a um único indicador: “avaliação”.

Como unidades de análise extraídas dos indicadores dos programas foram considerados os excertos de texto (frases/extratos de frases) que contivessem uma mensagem cujo sentido semântico correspondesse a orientações relativas ao ensino das ciências.

Na Tabela 3.8 apresentam-se exemplos de unidades de análise classificadas de acordo com os critérios estabelecidos, associadas ao respetivo indicador.

Algumas unidades de análise dos programas eram frases/excertos de texto sem significado semântico para a análise da ciência ou da metaciência. Neste caso, incluíam-se as frases introdutórias ao programa, “retóricas”, as de natureza “organizativa” e as que expressavam “orientações do trabalho pedagógico” relacionadas, no geral, com as estratégias (ex., atitudes, comportamentos) e materiais de ensino, correspondentes a procedimentos metodológicos que não são exclusivos do ensino das ciências.

⁶⁸ Como já foi referido no capítulo 2, o modelo curricular subjacente ao “Processo de Bolonha” implicou a definição, em cada escola, de perfis de competências gerais orientadores da formação conferida pela instituição, para além dos perfis específicos de “saída” relativos a cada um dos cursos lecionados nessa mesma instituição.

Tabela 3.8

Exemplos de unidades de análise de diversos programas e respetivos indicadores

Indicador	Objetivos	Temas	Orientações metodológicas	Avaliação
UAs classificáveis	<p>[e] <i>Item como UA</i> Os conteúdos programáticos da unidade curricular de Física e Química visam a revisão e ampliação de conhecimentos e a aquisição de novos conceitos que permitirão a exploração de temas atuais. [UC de <i>Ciências Físicas e Químicas</i>, UA1, ES I]</p> <p>[f] <i>Conjunto de itens como UA</i> Assim, compete à escola estimular o desenvolvimento de: a) conhecimentos substantivos, processuais e epistemológicos sobre a ciência; b) capacidades de pensamento crítico, tomada de decisão, resolução de problemas e comunicação; [...] [UC de <i>Ciências Naturais</i>, UA3, ESVII]</p>	<p>[g] HIDROGRAFIA Ciclo Hidrológico. Recursos hídricos de Portugal. [UC de <i>Ciências Naturais</i>, UA13, ES III]</p>	<p>[h] <i>Item como UA</i> Haverá também aulas com temas para discussão, promovendo-se a participação de todos os alunos, e outras com um cariz prático, onde serão efetuadas observações à lupa binocular e ao microscópio ótico [...]" [UC de <i>Ciências Naturais</i>, UA15, ES II]</p> <p>[i] <i>Conjunto de itens como UA</i> O processo de aprendizagem incluirá: ▪ Sessões de enquadramento teórico com recurso a metodologias variadas; ▪ Planificação e/ou realização de atividades experimentais, de pesquisa e/ou investigações; ▪ Análise de casos a partir das interações CTSA; [...] ▪ Realização de projetos de investigação experimental e de trabalhos práticos." [UC de <i>Ciências Físicas e Químicas</i>, UA26, ES I]</p>	<p>[j] Contribuem para a avaliação dos estudantes nesta unidade curricular os seguintes elementos: ▪ qualidade dos contributos e da participação dos estudantes no decurso das atividades previstas; ▪ classificação dos relatórios das atividades realizadas em grupo, [...] ▪ duas provas de avaliação presenciais e individuais. [UC de <i>Ciências Naturais</i>, UA24, ES VI]</p>
UAs não classificáveis	<p>[k] <i>Orientadora do trabalho pedagógico</i> Assim, pretende-se: I - Formar profissionais com competências, previstas pelo ciclo de estudos em "Educação Básica" e na Lei 241/2001: para conceber e desenvolver o respetivo currículo, através da planificação, organização e avaliação do ambiente educativo, [...] para promover a aprendizagem de competências socialmente relevantes, no âmbito de uma cidadania ativa e responsável, [...] [UC de <i>Ciências do Ambiente</i>, UAII, ES VII]</p>	<p>[l] <i>Organizativa</i> [...] todo o programa da disciplina se articula em torno do seguinte tema organizador: Transferências e transformações de matéria e de energia nos seres vivos. [UC de <i>Ciências Naturais</i>, UA17, ESV]</p>	<p>[m] <i>Orientadora do trabalho pedagógico</i> Investigação bibliográfica, em suporte <i>scripto e online</i>, de temas específicos, para realização de trabalhos individuais e em grupo, a apresentar e discutir posteriormente em grande grupo. [UC de <i>Ciências Físicas e Químicas</i>, UA22, ES III]</p>	<p>[n] <i>Organizativa</i> Avaliação de natureza sumativa inclui a realização de um teste escrito (50%), relatórios (30%) e trabalhos de pesquisa (20%). [UC de <i>Ciências Físicas e Químicas</i>, UA12, ES IV]</p>

Outras unidades de análise foram consideradas como “ambíguas” porque, embora aludissem à metaciência ou à relação entre a metaciência e a ciência, não permitiram uma classificação de acordo com os princípios de análise estabelecidos. Por exemplo, no excerto, “Reconhecer o trabalho laboratorial como atividade de aprendizagem essencial de uma ciência experimental” [UC de *Ciências Físicas e Químicas*, UA4, ESV], apesar de aludir ao conhecimento relacionado com a dimensão filosófica da ciência (metodologias de trabalho) e ao conhecimento científico, não é possível saber se existe inter-relação entre os dois tipos de conhecimento.

Para o indicador “objetivos”, sendo estes habitualmente listados por itens, cada item foi considerado uma unidade autónoma, dado que traduz uma mensagem com significado para a análise, como se expressa em [e]. Em alguns casos, a mensagem com significado para análise integrava um conjunto de itens que foram agrupados numa única unidade como mostra o excerto [f]. Numa outra situação identificada, em que os itens continham mensagens correspondentes a um conjunto de intenções relativas ao desenrolar do processo de ensino/aprendizagem, independentes do âmbito da disciplina, os itens foram, também, agrupados numa única unidade, tal como se exemplifica no excerto [k], não suscetível de análise, designada por orientadora do trabalho pedagógico.

No caso do indicador “temas”, geralmente enunciado em tópicos e subtópicos, cada tópico (com os respetivos subtópicos) referente a um determinado conteúdo de cariz científico foi considerado uma unidade de análise, como mostra o excerto [g], uma vez que constituía uma mensagem com significado analítico. Em casos pontuais surgiram textos, como em [l], de natureza organizativa, e as unidades foram classificadas sob essa designação.

Quanto ao indicador “orientações metodológicas”, aplicou-se o mesmo critério à delimitação de cada unidade de análise: uma frase/excerto de frase isolada com significado para a análise, como se mostra em [h]. Contudo, em diversos programas⁶⁹, identificou-se a existência de um conjunto de itens subjacentes a uma orientação geral das atividades/estratégias a desenvolver, ou seja, a uma mensagem com significado para o ensino/aprendizagem das ciências. Nestas situações, o conjunto de itens foi integrado numa única unidade de análise, como se expressa em [i]. À semelhança do que se tinha verificado

⁶⁹ Os nomes atribuídos às unidades curriculares diferem dos originais, de acordo com critérios específicos, atrás explicitados, visando preservar o anonimato (*cf.* Nota 66).

para o indicador “objetivos”, também aqui se identificaram frases, como o excerto [m] com indicações genéricas sobre o trabalho pedagógico, classificadas como orientadora do trabalho pedagógico.

No que diz respeito ao indicador “avaliação”, a maioria dos programas continha frases/excertos de frases de natureza organizativa e as unidades de análise correspondentes, como se exemplifica em [n], foram classificadas com essa designação. Contudo, em alguns programas era descrito o que se pretendia avaliar nos produtos identificados (trabalhos de grupo/individuais e/ou testes escritos). Nestes casos, e tomando em consideração o conjunto do programa, as unidades de análise, como mostra o excerto [j] foram delimitadas de acordo com os critérios estabelecidos para os outros indicadores, por se considerar que, apesar de não estarem explícitos todos os aspetos suscetíveis de serem avaliados nos trabalhos enunciados, como seria lógico num texto programático, esses mesmos aspetos tinham sido explicitados nos indicadores “objetivos” e/ou “orientações metodológicas” e, portanto, seriam classificáveis no conjunto do programa.

Uma análise transversal dos programas de todas as escolas envolvidas na investigação permitiu identificar aspetos a necessitarem de clarificação, antes de se proceder à aplicação dos instrumentos com vista à classificação das unidades de análise. No que diz respeito ao tipo de atividades preconizadas, nos diversos programas, identificaram-se algumas designações comuns, nomeadamente nas afirmações contidas no texto das unidades de análise incluídas nos indicadores “objetivos” e “orientações metodológicas” e, mais raramente no indicador “avaliação”. Os termos mais comuns associados às atividades eram: de discussão (orientada ou não), práticas, laboratoriais, experimentais, investigativas, trabalho de campo e de investigação experimental, tal como mostram os excertos [f], [h] e [i] da Tabela 3.8. Relativamente às atividades de discussão, como evidencia o excerto do texto [h], e no caso de não estar explícito o contexto em que eram realizadas, essas atividades foram entendidas como pertencendo aos chamados “métodos interrogativos” (De Ketele, Chastrette, Cros, Mettelin & Thomas, 1994) onde o professor tem um papel mais ativo na formulação das questões e suscita aos alunos o questionamento do saber e a pesquisa de informação, levando-os a participar voluntariamente e intervindo com argumentos fundamentados que contribuem para encontrar respostas válidas. Em relação às atividades/trabalho de cariz prático/experimental, também expressas nas unidades de análise [h] e [i], é conhecida a dificuldade dos professores e investigadores (e.g., Hodson, 1990) em atribuírem um significado consensual a este tipo de trabalho no âmbito do ensino das

ciências (capítulo 2, ponto 1.3.1). Sendo o ensino da metaciência o foco da presente investigação, interessam, particularmente, as atividades experimentais com controlo de variáveis (Leite, 2001) e as investigativas, orientadas para a resolução de problemas e conduzidas na perspetiva do trabalho científico (Caamaño, 2003). Neste sentido, e procurando o “compromisso epistemológico subjacente às atividades da ciência” (Bell, Lederman & Abd-El-Khalick, 2000, p. 564), apenas as unidades de análise dos programas que preconizavam claramente a realização de trabalho/atividades investigativo/as ou experimental/ais, como sucede na unidade [i], foram objeto de classificação em relação às capacidades associadas às dimensões metacientíficas.

Um outro aspeto identificado em unidades de análise de alguns programas de cariz científico, tanto associadas ao indicador “objetivos”, como ao indicador “orientações metodológicas”, foi a referência ao desenvolvimento de “atitudes científicas”. Segundo vários autores, como Blalock e colaboradores (2008), um dos problemas que enfrentam vários estudos empíricos e instrumentos de medida sobre a identificação e análise das atitudes científicas dos alunos e dos professores é a distinção entre “atitudes científicas” e “atitudes face à ciência” (no original, em inglês, *scientific attitudes* e *attitudes towards/to science*), e mesmo “compreender a natureza da ciência” (p. 962) pois os conceitos não surgem claramente definidos.

As atitudes face à ciência constituem uma conceção multidimensional e complexa que tem sido classificada e categorizada de modos diferentes em vários estudos nas últimas quatro décadas, evidenciando a dificuldade em distinguir os comportamentos específicos dos alunos das suas reais atitudes, pela influência que o contexto e a opinião dos pares possam ter, na perceção do aluno, quanto ao comportamento mais adequado em presença de outrem (Osborne et al., 2003).

Para van Aalderen-Smeets, van der Molen e Asma (2012), a investigação tem falhado na definição do constructo mostrando, com frequência, pouca clareza na distinção entre a conceção de atitudes face à ciência, de atitudes face ao ensino da ciência, de atitudes face à ciência escolar (formal), de atitudes científicas ou outros conceitos relacionados com as atitudes, como crenças e motivações (Jones & Carter, 2007). Segundo as autoras, esta questão é tanto mais relevante quanto a investigação tem mostrado existir uma relação entre

as atitudes mais ou menos positivas dos professores do ensino primário⁷⁰ para ensinarem ciências e o modo como são mais ou menos capazes de estimular os alunos para a aprendizagem das ciências. Na presente investigação, interessam, em particular, as atitudes científicas, entendidas como uma busca constante pelo conhecimento ou, como afirmam Osborne, Simon e Collins (2003), “na essência, pode afirmar-se que são características do pensamento científico e de natureza cognitiva” (p. 1053), ou seja, atitudes relacionadas com o pensamento científico e os modos de fazer ciência/construir o conhecimento científico (e.g., Blalock et al., 2008). Neste sentido, e tendo em conta que os programas em análise se destinam à formação de professores para os primeiros anos de escolaridade, apenas as unidades de análise que referiam explicitamente as “atitudes científicas” foram objeto de classificação. Em cada programa as unidades foram analisadas, individualmente, tendo-se recorrido, para o efeito, aos instrumentos a seguir descritos.

3.3.2.2. *Descrição e aplicação dos instrumentos de análise*

Partindo dos anteriores pressupostos, foram, então, elaborados diferentes instrumentos (Apêndice 4), com as características apresentadas sinteticamente na Tabela 3.9: (1) um instrumento (Instrumento 4.1) para análise de *o que* metacientífico – nível de abrangência e diversidade de capacidades e conhecimentos associados às dimensões metacientíficas; (2) duas tabelas complementares do instrumento referido, uma descritiva das perspetivas de abordagem conceptual⁷¹ das dimensões metacientíficas (Tabela I) e outra descritiva das capacidades associadas a essas mesmas dimensões (Tabela II); (3) um instrumento para analisar o grau de relação intradisciplinar entre metaciência e ciência (Instrumento 4.2); e (4) um instrumento de análise do grau de explicitação da metaciência em termos dos conhecimentos e capacidades relativos a cada uma das dimensões metacientíficas (Instrumento 4.3).

⁷⁰ Os termos usados para designar o nível de escolaridade a que se referem os autores de estudos citados serão sempre aqueles que foram utilizados na língua original. Assim, podem surgir as designações de “ensino primário”, “ensino elementar”, ou outras, conforme o termo que habitualmente denomina, em outros países, o nível de escolaridade correspondente, em Portugal, ao 1.º ciclo do ensino básico.

⁷¹ Esta opção justificou-se pelo facto de se pretender manter instrumentos idênticos para garantir a consistência em todas as fases da investigação. Contudo, não era exatável que os programas das Escolas Superiores de Educação, quer das unidades curriculares de cariz científico quer das que possuem um cariz didático, habitualmente enunciados de uma forma genérica, contemplassem explicitamente os conhecimentos metacientíficos. Ao contrário, esperava-se encontrar algumas (poucas) referências genéricas a conhecimentos metacientíficos (C_{og}) e, com mais frequência, às capacidades associadas às várias dimensões de construção da ciência, como mostram os resultados de diversos estudos do grupo ESSA (e.g., Castro, 2006).

Tabela 3.9

Características em estudo na análise dos programas e unidades onde incidiu a análise.

	Características em estudo	Unidade de Análise (UA)	Programas das UC da FAD em Estudo do Meio (CN)
<i>O QUE</i>	Dimensões metacientíficas (Níveis abrangência de conhecimentos, Co, e de capacidades, Ca) (Instrumento 4.1)	A análise será realizada em todas as UA	Nas UA dos indicadores: Objetivos, Temas, Orientações metodológicas e Avaliação
	<i>DP</i> Relação Intradisciplinar entre MC-C (Instrumento 4.2)	A análise será realizada apenas nas UA onde se verificou a presença de MC	<i>Idem</i>
<i>O COMO</i>	Critérios de avaliação Explicitação da MC (Co e Ca) (Instrumento 4.3)	A análise será realizada apenas nas UA onde se verificou a presença de MC	<i>Idem</i>

Legenda: UC, Unidade Curricular; MC, Metaciência; C, Ciência.

Com base numa abordagem empírica exploratória dos instrumentos – realizada com exemplares de programas da escola onde se desenvolveu o plano de formação, aplicados em anos letivos diferentes dos abrangidos na presente investigação – foram estabelecidos todos os descritores para cada indicador contemplado em cada instrumento.

Na construção da versão definitiva dos instrumentos com a especificação de todos os descritores dos vários graus de escala estabelecidos para cada categoria de análise, tiveram-se novamente em conta os dados empíricos, o que possibilitou identificar aspetos que exigiram uma clarificação dos descritores de alguns dos instrumentos⁷². Na aplicação dos instrumentos aos programas, definiram-se alguns critérios, relacionados com as características em análise (Tabela 3.9), visando uma maior consistência da classificação das unidades de análise por aplicação do conjunto dos instrumentos (Apêndice 4): (1) sempre que a metaciência não esteja representada na unidade de análise, não se faz a classificação da explicitação da respetiva dimensão metacientífica e da relação entre a metaciência e ciência; e (2) sempre que a classificação de cada dimensão metacientífica for ambígua, a sua explicitação é classificada com enquadramento muito fraco, porque se considerou que os

⁷² Por exemplo, sendo a metaciência o foco da análise dos programas e tendo-se constatado, na pilotagem, que alguns programas (de cariz científico) continham unidades de análise onde apenas era referida a metaciência, os descritores dos instrumentos para a classificação das unidades de análise não enunciam situações onde apenas se refere a ciência, por esta estar naturalmente representada em todos os programas.

conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos a serem apreendidos ficam, naturalmente, implícitos.

No instrumento destinado a caracterizar as dimensões metacientíficas, usou-se uma escala de quatro níveis (Apêndice 4.1). O primeiro nível de descrição (nível 1) corresponde às mensagens que não contemplavam capacidades nem conhecimentos metacientíficos. Nos outros três níveis incluem-se, respectivamente, as mensagens que apenas contemplavam conhecimentos de natureza genérica ou capacidades associadas a cada dimensão (nível 2); as que referem conhecimentos de natureza genérica relativos a dadas dimensões e preveem a relação com as capacidades associadas às mesmas dimensões metacientíficas ou que apenas referem conhecimentos de natureza específica relativos às dimensões (nível 3); e, finalmente, no nível 4, as unidades que contemplam tanto os conhecimentos de natureza específica relacionados com as dimensões metacientíficas como as capacidades associadas a essas dimensões. A opção por estes descritores, justifica-se, pois, dada a estrutura que caracteriza os programas de ensino superior, constatou-se com base nos dados empíricos obtidos através da sua análise exploratória por aplicação do instrumento e das tabelas complementares respectivas (Apêndice 4.1, Tabelas I e II), apenas ser possível discriminar o conhecimento relacionado com cada dimensão metacientífica em termos de conhecimento de natureza *genérica* ou de natureza *específica*.

Assim, na especificação dos descritores considerou-se que: (1) a unidade de análise continha conhecimento metacientífico de natureza genérica (Co_g) quando não era possível identificar nenhuma das perspetivas discriminadas para cada uma das dimensões metacientíficas; e (2) a unidade de análise continha conhecimento metacientífico de natureza específica quando era possível estabelecer uma correspondência entre esse conhecimento e as perspetivas definidas para cada uma das dimensões metacientíficas (DF, DH, DP, DSI e DSE), identificadas pelo respetivo número ($Co_{1,2,3,...6}$), tal como consta da Tabela I. As capacidades que se considerou estarem presentes em cada unidade de análise foram, também, identificadas de acordo com a numeração constante da Tabela II ($Ca_{1,2,3}$).

A Tabela 3.10 apresenta um excerto do instrumento, para o indicador “objetivos”. Seguem-se exemplos da classificação de quatro unidades de análise dos programas que ilustram diferentes graus de abrangência e de conceptualização das dimensões metacientíficas.

Tabela 3.10

Excerto do instrumento de caracterização das dimensões metacientíficas (níveis de abrangência de conhecimentos e capacidades).

Indicador	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
<i>Objetivos</i>	Não contemplam conhecimentos nem capacidades, relacionados com as dimensões metacientíficas.	Contemplam apenas conhecimentos de natureza genérica relacionados com as dimensões metacientíficas. <i>Ou</i> Contemplam apenas capacidades associadas às dimensões metacientíficas.	Contemplam conhecimentos de natureza genérica relacionados com as dimensões metacientíficas e capacidades associadas a essas dimensões. <i>Ou</i> Contemplam apenas conhecimentos de natureza específica relacionados com as dimensões metacientífica.	Contemplam conhecimentos de natureza específica relacionados com as dimensões metacientíficas e capacidades associadas a essas dimensões.

[o] Nível 1 Discutir a estrutura dos ácidos nucleicos e as suas implicações funcionais.
[UC de *Ciências Naturais*, indicador *Objetivos*, UA 3, ES II]

[p] DF Nível 2 [2º] Recolhe e analisa dados empíricos com base na pesquisa e investigação experimental.
[UC de *Ciências Físicas e Químicas*, indicador *Objetivos*, UA 9, ES I]

[q] DSE Nível 3 [1º] Adquirir, desenvolver e aprofundar “conhecimentos e capacidade de compreensão” em relação a temáticas ambientais: tais como, [...] as consequências que a utilização dos recursos existentes na Terra têm para os indivíduos, sociedade e o ambiente; as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente; [...].
[UC de *Ciências do Ambiente*, indicador *Objetivos*, UA 3, ES VII]

[r] DH Nível 4 Reconheçam a importância da controvérsia e da mudança conceptual na construção do conhecimento científico, na perspectiva de que esta não deve ser encarada como o acumular gradual e linear de conhecimento.
[UC de *Ciências Físicas e Químicas*, indicador *Objetivos*, UA 8, ES VI].

A primeira unidade de análise [o] foi classificada no nível 1 porque apenas engloba conhecimentos científicos sem qualquer referência à metaciência; a segunda unidade de análise [p] foi classificada no nível 2 [2º descritor] porque apenas contempla capacidades metacientíficas associadas aos processos investigativos (DF_{Ca3}); no nível 3 [1º descritor] incluiu-se a terceira unidade de análise [q] porque inclui conhecimentos de natureza genérica sobre os impactos da ciência e tecnologia no ambiente e sociedade (DSE_{Cog}), através da análise crítica e do desenvolvimento de uma visão integradora e informada das influências recíprocas entre o conhecimento científico e tecnológico e a sociedade (DSE_{Ca1,3}); a quarta unidade de análise [r] foi classificada no nível 4, em relação à dimensão histórica da ciência,

por especificar o confronto entre diferentes perspectivas teóricas ou conceptuais (DH_{Ca1}), relacionando-o com a evolução do conhecimento científico ao longo do tempo (DH_{Co1}).

O instrumento usado na análise do grau de relação intradisciplinar entre metaciência e ciência contém uma escala de classificação, com quatro graus, em que os valores extremos correspondem, para a classificação mais fraca (C^-), a uma forte integração entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e os conhecimentos científicos e, para a classificação mais forte (C^{++}), a uma separação marcada entre esses mesmos conhecimentos (Apêndice 4.2). Não se tratando de um *continuum* em que os quatro valores de classificação são equidistantes, a escala procura expressar situações em que sejam claramente evidenciadas as relações interligadas entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e os conhecimentos científicos (C^-) e as situações onde apenas está expresso o domínio da metaciência (C^{++}). A Tabela 3.11 apresenta um excerto do instrumento, para o indicador “orientações metodológicas”. Seguem-se exemplos de quatro unidades de análise classificadas em função deste instrumento.

Tabela 3.11

Excerto do instrumento de análise da relação intradisciplinar entre metaciência e ciência.

Indicador	C^{++}	C^+	C^-	C^{--}
Orientações metodológicas	São abordados conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	São abordados conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos, mas não é abordada a relação entre eles.	É abordada uma ténue relação entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.	É abordada uma relação interligada entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.

[s] C^{++} Nas sessões com um cariz mais prático serão utilizadas metodologias diversificadas como sejam os trabalhos experimentais e de campo, as atividades de resolução de problemas e as discussões. [UC de *Ciências Naturais*, indicador *Orientações metodológicas*, UA 22, ES VI]

[t] C^+ Para a promoção das competências atrás referidas serão realizadas diferentes experiências educativas:
a) Análise e discussão de evidências e de situações que permitam a aquisição de conhecimento científico; [...]
f) Utilização de linguagem científica na interpretação e discussão de fontes de informação, na análise e produção de argumentos e na comunicação oral e escrita. [UC de *Saúde e Sociedade*, indicador *Orientações metodológicas*, UA 21, ES VII]

[u] C^- Para a promoção das competências atrás referidas serão realizadas diferentes experiências educativas: [...]
4. Discussão de relatos de descobertas científicas (evidenciando êxitos e fracassos), de diferentes metodologias utilizadas e das interações ciência-tecnologia-sociedade;
5. Utilização de linguagem científica na interpretação e discussão de fontes de informação, na análise e produção de argumentos e na comunicação oral e escrita. [UC de *Ciências Naturais*, indicador *Orientações metodológicas*, UA20, ES VII]

- [v] A Ciência será apresentada como um processo ativo de "inquiry" em que os alunos podem participar e não como um corpo acabado de conhecimentos.
 C⁻ [UC de Ciências Físicas e Químicas, indicador *Orientações metodológicas*, UA25, ES I]

A primeira unidade de análise [s] foi classificada como possuindo uma forte separação dos dois tipos de conhecimentos (C⁺⁺) porque apenas contempla capacidades metacientíficas associadas à dimensão filosófica (DF_{Ca1,3}); a segunda unidade de análise [t] foi classificada como C⁺ porque, embora contemple aspetos relacionados com o modo de apresentar a ciência ao nível da argumentação (DSI_{Ca2}), não aborda a relação entre os dois tipos de conhecimento (metacientífico e científico); a terceira unidade de análise [u] foi classificada como C⁻ porque apenas aborda de uma forma ténue a relação entre os dois tipos de conhecimentos, neste caso a discussão de relatos evidenciando êxitos e fracassos da ciência (DF/DSI_{Co9}) e interações CTS (DSE_{Co9}), nas experiências de aprendizagem enunciadas; a quarta unidade de análise [v] foi classificada como C⁻ porque estabelece claramente que, na aprendizagem, o conhecimento científico deve ser abordado de uma forma interligada com o modo de construção desse mesmo conhecimento, designadamente, as capacidades de processos científicos (*inquiry*) associadas à dimensão filosófica da ciência (DF_{Ca3}).

Na construção do instrumento destinado a avaliar o grau de explicitação da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades), estabeleceu-se uma escala de quatro valores de enquadramento (Apêndice 4.3), em que o valor máximo (E⁺⁺) traduz uma apresentação clara e muito explícita dos conhecimentos e/ou capacidades relacionados com a dimensão metacientífica em análise e o valor mínimo (E⁻) a ausência dessa explicitação. Sendo generalizadamente aceite (e.g., Castro, 2006; Lederman, 2007; Matthews, 2009b; McDonald, 2010; Yacoubian & Boujaoude, 2010) que o ensino da metaciência não se deve limitar à explicitação dos conhecimentos metacientíficos e também deve envolver os alunos em atividades promotoras do desenvolvimento de capacidades que favoreçam a compreensão da metaciência no âmbito do ensino/aprendizagem das ciências (e.g., Bell, 2008), os descritores incluem sempre os conhecimentos e as capacidades metacientíficos, ainda que nos diversos níveis de explicitação. Não se pretendendo representar um *continuum* em que os quatro valores de enquadramento são equidistantes, a escala procura expressar situações em que num dos extremos os conhecimentos/capacidades metacientíficos sejam evidenciados de uma forma muito clara e/ou explícita (E⁺⁺ e E⁺) e, no outro extremo, os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos sejam apresentados de uma forma genérica (E⁻) ou apenas referidos (E⁻). A Tabela 3.12 apresenta um excerto do instrumento, para o indicador “objetivos”. Em alguns programas, quando a unidade de análise contemplava mais

do que uma dimensão metacientífica, foi possível analisar o grau de explicitação da metaciência para cada uma delas. Apresentam-se a seguir exemplos de três unidades de análise classificadas em função deste instrumento.

Tabela 3.12

Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação da metaciência.

Indicador	E⁺⁺	E⁺	E⁻	E⁻⁻
Objetivos	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma clara e muito explícita.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma explícita.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma genérica.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apenas referidos.

E⁺⁺ Não foi encontrada nenhuma UA representativa deste valor.

[x] Saber utilizar a metodologia de investigação experimental na resolução de problemas para interpretar factos e fenómenos do quotidiano.
E⁺ [UC de *Ciências Naturais*, Indicador *Objetivos*, UA 12, ES V]

[w] Reconhece a Física e a Química como uma construção humana compreendendo os aspetos históricos da sua produção e as suas relações com os contextos cultural, socioeconómico e político.
E⁻ [UC de *Ciências Físicas e Químicas*, indicador *Objetivos*, UA 12, ES I]

[y] Desenvolva a sua atitude científica. [amb]
E⁻⁻ [UC de *Ciências Naturais*, indicador *Objetivos*, UA 3, ES III]

A primeira unidade de análise transcrita [x] foi classificada como E⁺ porque apresenta, de forma explícita, perspetivas associadas à dimensão filosófica da ciência, relacionadas com as capacidades investigativas e a capacidade de usar procedimentos metodológicos inerentes às ciências. A segunda unidade de análise [w] foi classificada como E⁻ para as dimensões histórica e sociológica externa já que refere de forma genérica aspetos históricos da produção do conhecimento científico e das relações entre a ciência e contextos sociais. A terceira unidade de análise [y] foi classificada como E⁻⁻ porque apenas refere a atitude científica sem esclarecer o contexto em que se poderá desenvolver.

3.3.3. Procedimentos metodológicos de organização e análise dos dados

Após a sua delimitação, todas as unidades de análise foram numeradas sequencialmente, associadas a cada um dos quatro indicadores referidos e contabilizadas para cada um dos programas, de acordo com os seguintes critérios: (1) as unidades de análise designadas como *ambíguas* foram consideradas no conjunto de unidades de análise que serviram de base à interpretação dos dados; e (2) as unidades de análise designadas como

retóricas, organizativas e orientadoras do trabalho pedagógico contabilizaram-se, em conjunto, no grupo das unidades de análise que não foram consideradas na interpretação dos dados.

Inicialmente, a investigadora classificou todas as unidades de análise aplicando cada um dos instrumentos a todos os programas. A análise de todas as unidades foi, então, submetida a validação por parte de uma outra investigadora familiarizada com o quadro teórico e metodológico da investigação. Na comparação das classificações atribuídas pelas duas investigadoras, verificou-se existir, inicialmente, um desvio de cerca de 15% na totalidade das unidades de análise. Procedeu-se então a uma revisão conjunta desses desvios, em que foram aferidos novamente os critérios de classificação decorrentes das sucessivas adaptações dos descritores dos instrumentos aos dados empíricos. A investigadora procedeu, então, à reanálise de todas as unidades extraídas dos programas, tendo em conta os critérios aferidos em conjunto, e essa análise foi novamente validada em 100% pela outra investigadora, tal como preconizado por Teddlie e Tashakkori (2009).

Nas secções a seguir descrevem-se e discutem-se os procedimentos de análise dos programas com recurso aos instrumentos apresentados (Apêndice 4). Na análise de *o que* dos programas das unidades curriculares, foi aplicado o instrumento de análise das dimensões metacientíficas (Apêndice 4.1) a todas as unidades de análise. Para a análise de *o como*, foram aplicados, aos textos/excertos de textos onde se verificou a presença da metaciência, o instrumento de análise da relação intradisciplinar entre metaciência e ciência (Apêndice 4.2) e o instrumento para avaliar o grau de explicitação da metaciência (Apêndice 4.3).

3.3.3.1. Dimensões metacientíficas

Em relação ao *que* metacientífico, e como era previsível (*cf.* Nota 72), uma análise exploratória inicial dos programas, tornou claro que as unidades de análise dos textos dos programas dificilmente poderiam espelhar referências a mais do que uma das dimensões metacientíficas (Apêndice 4.1). Na maioria dos casos, apenas se encontraram referências a capacidades associadas a uma das dimensões e, mais raramente, conjugadas com a referência a conhecimentos metacientíficos dessa ou de outra dimensão. Os dados resultantes desta análise foram organizados por programa, para cada instituição e registados numa tabela (Apêndice 5.1). Dado o reduzido número de referências a conhecimentos e/ou capacidades metacientíficas por indicador, contabilizaram-se as unidades suscetíveis de análise no

conjunto de cada programa. Foi a partir destes dados, organizados posteriormente em gráficos, que se caracterizou a mensagem veiculada no conjunto dos programas de cada escola.

3.3.3.2. *Relação entre a metaciência e a ciência*

Os dados obtidos por aplicação do instrumento de análise da relação intradisciplinar entre a metaciência e a ciência (Apêndice 4.2), foram organizados numa tabela para o conjunto dos programas de cada instituição (Apêndice 5.2). A partir desta tabela foi analisada a tendência predominante nos programas, em termos da relação existente entre metaciência e ciência, nas unidades de análise onde tinha sido identificada a presença de capacidades e/ou perspectivas do conhecimento associados a cada uma das dimensões metacientíficas. De modo a determinar a frequência de unidades com significado analítico para essa relação, calculou-se o número total de unidades analisadas, para o conjunto dos programas de cada uma das Escolas Superiores de Educação. A seguir, determinaram-se as percentagens relativas das unidades de análise classificadas nos quatro graus de classificação da relação entre metaciência e ciência. Numa análise preliminar dos dados verificou-se uma maior frequência nos casos em que a separação entre os dois tipos de conhecimento é muito nítida (C^{++}) e nos casos em que já existe algum esbatimento das fronteiras entre a metaciência e a ciência (C^-). Optou-se por reunir os valores de classificação muito forte ou forte num único grau, classificação forte, e os valores de classificação fraca ou muito fraca num outro grau denominado por classificação fraca.

3.3.3.3 *Explicitação da metaciência*

A aplicação do instrumento de análise da explicitação da metaciência (Apêndice 4.3) aos programas revelou que, na maioria das unidades analisáveis em relação à explicitação de cada uma das dimensões metacientíficas, a classificação mais frequente era de enquadramento fraco (E^-) e muito fraco (E^{-}). Optou-se por reunir estes valores num único grau – E fraco – uma vez que os descritores destes graus se referem a uma menor explicitação dos conhecimentos e/ou capacidades associados a cada uma das dimensões e, nos casos em que surgiram classificações de E^+ (nos programas de aprendizagem *em* ciências não se encontraram unidades de análise representativas do valor E^{++}), reuniram-se esses valores num único grau – enquadramento forte (E forte) – pois este valor representa os casos em que há uma apresentação explícita de conhecimentos e/ou capacidades relativos a uma dada

dimensão metacientífica. Assim, calculou-se a frequência relativa em que se verificou a expressão da dimensão nos graus de enquadramento forte (E forte) ou fraco (E fraco). Esses dados, organizados em tabelas, permitiram analisar a tendência do conjunto dos programas de cada uma das escolas face às características em análise (Apêndice 5.3).

4. SEGUNDA FASE DA INVESTIGAÇÃO: ANÁLISE DO CONTEXTO DE FORMAÇÃO

A segunda fase da presente investigação assume as características de um estudo de caso, deliberadamente destinado a ser parte de um estudo mais amplo inserido no quadro das metodologias mistas (Yin, 2009), tal como foi discutido no enquadramento teórico deste capítulo.

O caso em estudo é um contexto específico de formação de uma turma do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica a frequentar uma unidade curricular de cariz didático, *Introdução à Didática do Estudo do Meio*, numa das Escolas Superiores de Educação participantes na investigação. Neste contexto, implementou-se um plano de formação com uma orientação clara para o ensino explícito da metaciência e do seu significado no ensino/aprendizagem das ciências. O plano de formação foi desenhado para integrar o programa da referida unidade curricular, na sua componente de formação referente à área das ciências naturais (Apêndice 6.1) e foi implementado, no ano letivo de 2011/12, pelo professor participante.

Com esta fase da investigação pretendeu-se dar resposta à terceira questão de investigação: “Em que medida um contexto de formação, implementado através de uma prática pedagógica sustentada em materiais curriculares que contemplam um ensino explícito da metaciência e sua relação com o ensino das ciências, contribui para a evolução das conceções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências?”

A presente secção dedica-se, em primeiro lugar, à caracterização da turma e do professor. Em segundo lugar, apresenta a descrição do plano de formação e dos materiais curriculares que o integram e do modo como foram conceptualizados, com base em quadros teóricos de referência (Bernstein, 1990; Lederman, 2007; Matthews, 1994, 2009b; McMullin, 1982; Morais & Neves, 2009; Ziman, 1984, 2000). Em terceiro lugar, descrevem-se e discutem-se os procedimentos analíticos que possibilitaram a caracterização do contexto

de formação, mais precisamente a modalidade de prática pedagógica implementada, através de características sociológicas específicas (Bernstein, 1990, 2000; Morais & Neves, 2009).

A análise da prática pedagógica incidiu na relação entre discursos, visando o ensino explícito da metaciência em contextos de ensino/aprendizagem das ciências e as suas implicações na problemática do ensino/aprendizagem no 1.º ciclo do ensino básico. Além disso, estudou-se a relação entre sujeitos, neste caso professor-estudantes. Finalmente, apresentam-se e discutem-se os procedimentos de análise usados para apreciar o desempenho dos estudantes em relação à compreensão da metaciência e à importância que atribuem a esta abordagem no ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

4.1. Os participantes na formação

Obtida a autorização da Direção da Escola Superior de Educação para pôr em prática o plano de formação (Apêndice 1), os estudantes de uma das turmas do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica, a frequentarem a unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio*, foram selecionados para participarem na aplicação do referido plano, durante o 2.º semestre do ano letivo de 2011/2012. A turma foi escolhida entre as duas que funcionavam na instituição, de acordo com o horário do docente que lecionava a unidade curricular e a disponibilidade da investigadora para poder realizar a observação de todas as aulas e de outras sessões de trabalho.

4.1.1. Os estudantes

No início do semestre foram apresentados à turma os objetivos e as características gerais da organização da investigação, designadamente as condições de participação dos estudantes: (1) estarem presentes em 75% das aulas; (2) realizarem as atividades solicitadas, incluindo a participação nos fóruns de discussão *online*; (3) realizarem as tarefas de avaliação necessárias para participarem no processo de avaliação contínua; e (4) concordarem com a gravação áudio/vídeo das aulas e outras sessões de trabalho, em particular, as sessões de orientação tutória (OT) e a apresentação dos trabalhos de avaliação. No final, obteve-se a anuência de 29 estudantes (94% do total de inscritos na turma) que assinaram uma declaração concordando com a sua participação no estudo, incluindo a gravação das aulas e de outras sessões de trabalho (Apêndice 1). Dos 29 estudantes que

iniciaram a frequência da formação (2.º semestre do ano letivo de 2011/12), quatro foram eliminados no final desta fase da investigação por não cumprirem uma das condições atrás referidas: um não entregou os trabalhos da avaliação e três não completaram o questionário na segunda aplicação. Os 25 estudantes que cumpriram todas as condições necessárias para poderem integrar a amostra desta fase da investigação possuíam as características indicadas na Tabela 3.13.

Tabela 3.13

Características gerais da amostra envolvida na formação.

	Variáveis/Categorias	N= 25*	%
Género	Feminino	24	96
	Masculino	1	4
Idade	[19-22]	21	87,5
	[23-44]	3	12,5
FA	Humanidades	17	68
	C&T	8	32
FES (1ª vez)	Sim	22	88
	Não	3	12
LEB	1ª opção	20	80
	2ª opção	3	12
	3ª opção	1	4
	Outra	1	4
EPR1	Dom 4 em 1º lugar	1	4,2
	Outro	23	95,8
EPR2	Interesse/motivação	10	45,5
	Ter experiência profissional	2	9
	Acesso ao mercado de trabalho	10	45,5
EACT	Elevado	0	0
	Médio	2	8
	Baixo	23	92
PMC	Elevado	2	8
	Médio	15	60
	Baixo	8	32
Média das classificações (UCs ⁷³)	Elevado [17-20]	0	0
	Médio [14-16]	5	20
	Baixo [10-13]	20	80

Fonte: Apêndice 9.1.

Nota. *Em algumas variáveis constatou-se que havia um reduzido número de valores em falta, pelo que *n* pode ser diferente de 25.

⁷³ Média das classificações obtidas nos dois primeiros anos da LEB nas unidades curriculares (UC) da *Formação para a Docência na Área de Ensino do Estudo do Meio* (ciências naturais), classificadas em três níveis de médias positivas (elevado, médio, baixo), correspondentes aos intervalos inscritos na tabela.

Os valores encontrados para a maioria das variáveis descritivas da amostra envolvida na formação (turma) revelaram-se muito próximos dos obtidos para a amostra global da investigação (Tabela 3.1). Contudo, são de realçar as seguintes diferenças: existe uma percentagem ligeiramente superior (32%) de estudantes que possuem uma formação académica (FA), antes da entrada no Ensino Superior, em áreas científicas e tecnológicas e afins (C&T); as justificações sobre a expectativa de frequência dos vários domínios de mestrados em ensino (EPR2) distribuem-se, quase equitativamente, pelo interesse/motivação para ensinar em determinados níveis de escolaridade e a facilidade de acesso ao mercado de trabalho.

Decidiu-se apreciar, também, a informação disponível sobre o desempenho destes estudantes, em termos das classificações finais obtidas, nas unidades curriculares obrigatórias e de opção que frequentaram durante os dois primeiros anos da Licenciatura em Educação Básica, na área de docência correspondente às ciências naturais. No geral, a média das classificações obtidas situava-se no nível classificado como “baixo” (80%). Apenas cinco estudantes (20%) foram situados no nível “médio” e nenhum obteve uma média de nível “elevado”.

4.1.2. O professor

Decorrente do facto do plano de formação concebido ser aplicado na disciplina de cariz didático de uma turma do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica, o docente que lecionou a referida disciplina foi envolvido na investigação, após ter sido obtida a sua concordância com a proposta de desenvolvimento do plano de formação, do uso dos materiais na concretização do plano e da modalidade de avaliação dos estudantes.

O docente, com 33 anos de idade, é do sexo masculino e possui o curso de Licenciatura em Ensino da Física e da Química – Variante Química, pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. No início da sua carreira profissional desempenhou funções docentes durante seis anos letivos no Ensino Básico e Secundário. Nesse intervalo de tempo foi, ainda, formador de professores do Ensino Básico e Secundário na área da experimentação assistida por computador e outros *kits* experimentais na área da Física, Química e Biologia.

O professor tem colaborado com a escola envolvida na investigação, desde o ano letivo de 2006/2007, na qualidade de equiparado a assistente. Durante 4 anos desempenhou as

funções de formador do *Programa de Formação de Professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico em Ensino Experimental das Ciências* (PFEEC). Nesse período, orientou a apresentação de alguns temas de didática nas ações de formação dos professores do 1.º ciclo do ensino básico (cerca de 160) que incluíram sessões de formação, acompanhamento e observação em ensino experimental das ciências, em escolas de diversos agrupamentos do distrito onde se situa a Escola Superior de Educação, e participou na avaliação final dos professores-formandos. A partir do ano letivo de 2009/2010, o professor começou a lecionar as Unidades Curriculares de Física e Química (Licenciatura em Educação Básica) e de Ciência, Tecnologia e Sociedade (opcional). No ano letivo de 2010/2011, o docente começou a lecionar, também, o módulo de Ciências da Natureza na Unidade Curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio* (3.º ano da Licenciatura em Educação Básica), os módulos relativos à área de ensino do Estudo do Meio nas Unidades Curriculares de *Didática da Educação de Infância II* e *Didáticas Específicas do 1º Ciclo* (pertencentes aos planos de estudos dos Mestrado em Educação Pré-Escolar e em Ensino do 1.º ciclo do Ensino Básico), e supervisionou os estágios de seis estudantes no *Estágio I* e no *Estágio II*. Atualmente, o professor encontra-se a frequentar o Programa de Doutoramento em Educação no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, na especialidade de Didática das Ciências. Pela sua formação académica, estava familiarizado com a conceptualização da construção da ciência de Ziman e com a teoria do discurso pedagógico de Bernstein.

4.2. O plano de formação

A unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio* é de frequência obrigatória no 3.º ano do curso de Licenciatura em Educação Básica na Escola Superior onde se aplicou o plano de formação. O programa de *Introdução à Didática do Estudo do Meio* (Apêndice 6.1) está organizado em dois módulos diferentes: um de Didática das Ciências da Natureza e outro de Didática das Ciências Sociais, de acordo com as diferentes perspetivas de abordagem das ciências naturais e das ciências sociais e em consonância com o programa oficial do Estudo do Meio (1.º ciclo do ensino básico). Tratando-se de uma unidade curricular semestral, cada módulo tem um total de 54 horas, em que 20 h são presenciais, 4 h de orientação tutória e 30 h não presenciais (dedicadas ao estudo e ao desenvolvimento de um trabalho individual de aplicação, um dos produtos para a avaliação final).

O plano de formação concebido para o módulo de *Introdução à Didática das Ciências da Natureza* (módulo II) e aplicado numa das turmas do 3.º ano da referida licenciatura, constituiu-se como objeto de estudo. Tendo em consideração o facto de a unidade curricular *Introdução à Didática do Estudo do Meio* ter um carácter introdutório e genérico, já que as didáticas específicas são lecionadas nos segundos ciclos de estudos (mestrados), e embora se esteja consciente da limitação do tempo dedicado à formação, considerou-se que, no quadro do plano de estudos da licenciatura, este era um contexto adequado para implementar um plano de formação visando a abordagem da metaciência e da sua relação com o ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade. Recentemente Osborne (2014), interrogando-se sobre a possibilidade de incluir nos cursos de formação inicial todos os tipos de conhecimentos necessários para ensinar ciências, face aos constrangimentos inerentes à duração dos cursos, afirma que “a resposta não reside na tentativa de planear uma disciplina que ensine todos esses conhecimentos, mas sim em considerar que a maioria dos cursos de certificação de professores deve ser vista como parte de um *continuum*” (p. 192). Este aspeto parece ser crucial para as instituições de formação inicial de professores tomarem em consideração que, no desenho e implementação dos planos de estudos, a sua função é “lançar as fundações e não construir todo o edifício” (*ibid.*). E partilha-se a opinião de Osborne (2014) quando afirma que “essencialmente, o objetivo de pedir aos estudantes para se envolverem nas práticas, não é só para desenvolverem uma compreensão das ideias centrais de cada uma das áreas disciplinares, mas também uma compreensão procedimental e epistémica” (*ibid.*).

Tendo em conta esta orientação, o programa de *Introdução à Didática do Estudo do Meio* (Apêndice 6.1, Módulo II) inclui, para além de orientações didáticas para o ensino/aprendizagem das ciências, o reconhecimento da importância do ensino explícito da metaciência para o desenvolvimento da literacia científica no 1.º ciclo do ensino básico. Concomitantemente, os conteúdos programáticos integram o “ensino explícito das dimensões de construção da ciência” e a abordagem metodológica preconiza aulas presenciais com um carácter eminentemente teórico-prático através de exposição teórica dos fundamentos da didática, de realização de atividades de discussão dos temas programáticos e de elaboração de atividades práticas (individuais ou em grupo), sujeitas a uma análise crítica das suas potencialidades educativas. No que diz respeito à avaliação, o programa define quer os processos, quer os produtos de trabalho requeridos, os quais se traduzem na

realização de um teste sumativo e na elaboração de um relatório sobre um trabalho de avaliação final.

4.2.1. Conceção do plano

Com base no quadro teórico que sustenta a presente investigação, um dos pressupostos que orientaram o plano de formação foi promover a relação entre metaciência e ciência, com vista a reforçar uma efetiva compreensão da complexidade do empreendimento científico. Esta opção fundamentou-se em diversos estudos que focam o papel essencial, no ensino e na aprendizagem das ciências, da compreensão sobre o modo como a ciência se constrói (e.g., Lederman, 2007; Lederman, Lederman, Kim & Ko, 2012; Matthews, 1994, 2009a; McComas, Clough & Almazroa, 1998) de forma a atingir o objetivo da literacia científica (e.g., Hodson, 2008; Roberts, 2007). Além disso, tomaram-se em consideração os resultados de investigações (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, 2009; Alves, 2010; Deus, 2010; Rivero et al., 2010; Santos, 2010; Vázquez & Manassero, 2007) que focam a didática das ciências como um campo de investigação onde a componente metacientífica assume um papel central na promoção das aprendizagens (e, conseqüentemente, da literacia científica) também ao nível da formação dos professores.

Neste quadro, e com base nas opções tomadas, conceberam-se materiais curriculares de suporte ao plano de formação. A orientação geral teve em conta a perspetiva construtivista social (Vygotsky, 1978), para o ensino das ciências, dando especial relevo aos processos da ciência, ou seja, às capacidades investigativas no ensino das ciências (Ferreira & Morais, 2010). Procurou-se fomentar o papel do ensino experimental das ciências (Martins et al., 2007; Sá & Varela, 2007) para a educação em ciências dos alunos dos primeiros anos de escolaridade, de acordo com os objetivos do programa oficial de Estudo do Meio do 1.º ciclo do Ensino Básico (DEB, 2004). A conceção dos materiais curriculares baseou-se, também, nos contributos de estudos empíricos nacionais (e.g., Afonso, Neves & Morais, 2005; Alves, 2010; Deus, 2010; Morais & Neves, 2005, 2012; Neves, Morais & Afonso, 2004; Santos, 2010) e internacionais (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, 2009; Akerson, Buzzelli & Donnelly, 2010; Lederman, 1999; Lederman et al., 2001; McComas, 1998a; McDonald, 2010) realizados em contextos semelhantes. Pretendia-se, assim, assegurar que, na concretização do plano de formação, fossem explorados capacidades e conhecimentos metacientíficos, de um modo abrangente e com um elevado nível de especificação dos

conhecimentos metacientíficos⁷⁴, numa ótica da sua posterior aplicação em situações de aprendizagem com alunos do 1.º ciclo do ensino básico, mediadas pelas orientações didáticas. Deste modo, procurou-se que as mensagens contidas nos materiais curriculares apelassem à progressiva exploração/avaliação de conhecimentos de natureza específica, isoladamente ou conjugados com as capacidades relativas a uma ou mais do que uma dimensão metacientífica, consoante a natureza das atividades propostas. Pretendia-se, também, que fossem exploradas, as relações entre a metaciência e o ensino das ciências e, de uma forma subsidiária⁷⁵, as relações entre a metaciência e a ciência.

Tendo ainda em conta as características sociológicas do processo de transmissão-aquisição, procurou-se que, na conceção do plano de formação, estivessem presentes algumas características do modelo de prática pedagógica mista (e.g., Morais & Neves, 2009; Pires, Morais & Neves, 2004) sugerido pelos resultados de vários estudos empíricos do grupo ESSA, realizados em diferentes níveis de ensino, incluindo o ensino superior (Alves, 2010; Deus, 2010; Santos, 2010). Das características da prática mista, evidenciadas pela investigação, selecionaram-se algumas das que podem ter um papel crucial na aprendizagem dos alunos. Assim, e, com base nos resultados de Pires (2001), quanto às características, dos contextos instrucional e regulador, mais favoráveis à aprendizagem de todos os alunos (e.g., Pires, Morais & Neves, 2004), consideraram-se, ao nível de *o como*, as seguintes: (1) clara explicitação do texto a ser apreendido no contexto da formação (enquadramento forte ao nível dos critérios de avaliação); (2) forte inter-relação entre os conhecimentos a serem apreendidos pelos estudantes (classificação fraca nas relações intradisciplinares); (3) seleção e sequência dos conhecimentos controlada pelo professor (enquadramento forte ao nível da seleção e da sequência); (4) controlo dos estudantes em relação ao tempo de aquisição (enquadramento fraco ao nível da ritmagem); e (5) clara distinção entre os sujeitos professor e estudantes (classificação forte na relação de poder professor-estudante) mas em que as

⁷⁴ De acordo com o quadro teórico do estudo, e decorrente da especificação da metaciência expressa no instrumento de análise das dimensões metacientíficas (Apêndice 4.1), considerou-se desejável que os materiais contemplassem os níveis mais abrangentes em termos da presença conjunta de capacidades e conhecimentos metacientíficos e mais conceptualizados no que diz respeito à especificação das perspetivas dos conhecimentos relativos a cada uma das dimensões metacientíficas (níveis 3 e 4).

⁷⁵ O conhecimento científico foi considerado subsidiário no contexto do presente estudo (uma formação de cariz didático centrada no ensino da metaciência), por ter um caráter exemplificativo. Contudo, visando facilitar a transposição didática no contexto do ensino/aprendizagem da metaciência, os conhecimentos científicos mobilizados durante a formação foram selecionados a partir dos temas/tópicos do programa de *Estudo do Meio* e dos programas das unidades curriculares de cariz científico frequentadas pelos estudantes no 1.º e 2.º anos da licenciatura.

relações de comunicação entre esses sujeitos deveriam ser abertas (enquadramento fraco na relação de controlo quanto às regras hierárquicas).

Uma primeira versão do plano de formação foi construída e desenvolvida na base dos pressupostos e opções anteriormente descritas e aplicada, no ano letivo de 2010/2011, numa turma de 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica pelo professor envolvido na investigação, tendo em vista uma análise exploratória (pilotagem) de todo o processo de formação, ao estilo de um “estudo de caso-piloto conduzido segundo os procedimentos formais a usar no campo” (Yin, 2009, p. 93) com uma função formativa para o investigador e, também, capaz de proporcionar algum esclarecimento conceptual ao projeto de investigação. As aulas foram gravadas em registo áudio e observadas pela investigadora. Tendo em consideração as notas de campo da investigadora e todos os comentários e dúvidas apresentadas pelo professor em relação aos materiais curriculares, procedeu-se à sua validação por outros investigadores, familiarizados com o quadro teórico da investigação. Através da análise detalhada das recomendações e sugestões dos investigadores, verificou-se a necessidade de introduzir algumas alterações, no programa e nos materiais curriculares, visando tornar mais explícita a metaciência (conhecimentos e capacidades), a relação entre metaciência e ciência e a relação da metaciência com o ensino/aprendizagem das ciências.

4.2.2. Descrição dos materiais curriculares

Os materiais curriculares (Apêndice 6.2) foram organizados no formato de um *Guia do professor*, de modo a tornar a mensagem explícita, em relação ao *que* e ao *como* do discurso pedagógico que deveria estar presente no contexto de formação. Tendo como linha orientadora proporcionar a implementação de uma modalidade de prática pedagógica favorável à aprendizagem de todos os estudantes (Morais & Neves, 2009), o guia contém a sequência de atividades com “Indicações para o professor”, visando a justificação das orientações metodológicas e, para cada atividade, “Sugestões para o professor”, que permitissem a organização e gestão do processo de ensino/aprendizagem de modo a deixar explícito, para os estudantes, o texto a ser apreendido. Por exemplo, de modo a tornar claro que se pretendia promover a aprendizagem quer do conhecimento metacientífico quer do conhecimento relativo ao ensino das ciências, apresentou-se em cada atividade, nas sugestões para o professor, as ideias gerais a que se desejava chegar para cada um desses discursos. Tal procedimento pretendia constituir mais uma garantia da clara explicitação da mensagem dos materiais curriculares ao professor que implementaria o plano de formação.

No conjunto de indicações e sugestões para o professor, procurou-se incorporar as condições para que ocorresse uma aprendizagem significativa (Ausubel et al., 1978; Santos, 1991), apresentando matérias de aprendizagem com uma organização conceptual internamente coerente e consistente com aprendizagens realizadas em outras unidades curriculares, relacionando conhecimentos metacientíficos e científicos (e.g., Afonso, Neves & Morais, 2005; Bell, Mulvey & Maeng, 2012), tendo como referência os conhecimentos prévios dos estudantes (e.g., McDonald, 2010). Deste modo, procurou-se assegurar que a exploração dos conhecimentos e das capacidades associadas às dimensões metacientíficas fosse contextualizada em torno de temas e conceitos científicos que os estudantes tivessem trabalhado nas unidades curriculares obrigatórias da formação científica, durante a frequência do 1.º e 2.º anos da Licenciatura em Educação Básica. Cada tema e/ou assunto deveria ser apresentado através uma breve informação teórica ou de uma contextualização sobre o ensino das ciências e incluir atividades visando o desenvolvimento conceptual dos estudantes.

A Figura 3.5 esquematiza a estrutura e aspetos essenciais do *Guia do professor*.

O conjunto dos materiais compreende 14 atividades (de aprendizagem e de avaliação). Cada atividade foi organizada de modo a explicitar um conjunto de orientações para o funcionamento das aulas: Objetivos, Material e Desenvolvimento da atividade. Todas as atividades possuem um guião (subdividido em questões e organizado numa ou em várias partes) para uso dos estudantes.

Em relação às atividades preconizadas, o foco nas atividades experimentais e de discussão justifica-se pela relevância que assumem no processo de ensino/aprendizagem das ciências. As atividades experimentais previstas nos materiais curriculares são em número reduzido dadas as limitações de tempo. Contudo, os estudantes tinham tido oportunidade de realizar diversos tipos de atividades práticas⁷⁶, nas unidades curriculares de cariz científico frequentadas durante o 1.º e 2.º anos da Licenciatura em Educação Básica.

⁷⁶ As atividades referidas incluíram o desenvolvimento de processos científicos, em situações de aprendizagem tão diversas como a recolha de dados com o auxílio de instrumentos laboratoriais e/ou o recurso a ferramentas digitais, o trabalho de campo e as investigações experimentais (com manipulação de variáveis), de acordo com a diversidade de atividades práticas que deve ser uma das vertentes do ensino/aprendizagem das ciências tal como se discutiu no capítulo 2.

Estrutura geral	Tipo de atividade	Mensagem pretendida
Cada atividade está organizada em 3 tópicos: Objetivos Materiais (guiões dos estudantes) Descrição (informações/sugestões para o professor)	Atividades de aprendizagem (discussão/experimentais)	Conceção abrangente de metaciência (conhecimentos e capacidades)
		Forte relação intradisciplinar entre a metaciência e a ciência (MC- C) (classificação fraca)
		Forte relação intradisciplinar entre a metaciência e o ensino das ciências (MC- EC) (classificação fraca)
	Leituras complementares	Forte grau de explicitação da metaciência (enquadramento forte)
		Forte grau de explicitação da relação entre a metaciência e o ensino das ciências (enquadramento forte)
	Atividades de avaliação	Ritmo de aprendizagem centrado nos estudantes (enquadramento fraco)
		Relação de comunicação aberta entre professor-estudantes (enquadramento fraco)

Figura 3.5. Organização do *Guia do professor*, evidenciando as características da mensagem pretendida.

As atividades de discussão prosseguiram uma estratégia consistente com os chamados “métodos interrogativos” que se caracterizam pela importância atribuída ao processo de pensamento independente e ativo dos alunos. Em consonância com as orientações para o ensino das ciências e a conceptualização multidimensional de ciência, as estratégias de discussão assumem especial relevo no desenvolvimento das capacidades que conduzem à formulação de questões e à descoberta de factos relevantes visando a compreensão básica de temas/problemas atuais com impacto social (e.g., Ferreira, 2007b). De facto, um aspeto muito importante na orientação das atividades em ciências é o modo como os professores dos primeiros anos de escolaridade dialogam com os alunos, seja para introduzir um novo tema de estudo ou para proporem uma determinada atividade prática. Segundo alguns autores (e.g., Keeley, Eberle & Farrin, 2005; Michaels, Shouse & Scheingruber, 2008) os professores revelam dificuldade no questionamento dos alunos, no contexto da exploração de assuntos nas aulas de ciências e apontam diversas estratégias para promover o questionamento eficaz em sala de aula. O professor deve ter um papel mais ativo na formulação das questões do que nas respostas encontradas, sendo necessário suscitar nos alunos o questionamento do saber, a pesquisa de informação que conduza à argumentação fundamentada e levá-los a participar voluntariamente, sabendo que as suas intervenções são ouvidas e contribuem para encontrar respostas válidas. Pareceu, pois, adequado usar atividades de discussão já que se pretendia desenvolver as concepções de ciência dos

estudantes em termos explícitos e reflexivos, num ambiente que possibilitasse o estudo das relações entre a metaciência e o ensino das ciências, em termos do seu significado no ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

A Tabela 3.14 mostra a incidência da metaciência nos materiais curriculares (por atividade) em termos de *o que*, quanto à presença de referências a aspetos de cada uma das dimensões metacientíficas, e em termos de *o como* quanto às relações intradisciplinares entre metaciência e ciência e metaciência e ensino das ciências e quanto aos critérios de avaliação (explicitação da metaciência e da relação entre a metaciência e o ensino das ciências). Em seguida, apresentam-se os aspetos essenciais de cada uma das atividades de aprendizagem e das atividades de avaliação (atividades 13 e 14, o trabalho de avaliação final e o teste individual sumativo, respetivamente) que não constam da Tabela 3.14, mas estão descritas adiante.

Tabela 3.14

Incidência da metaciência nos materiais curriculares (por atividade).

	Atividades	Características de <i>o como</i>	O que metacientífico				
			DF	DH	DP	DSI	DSE
1	<i>A relevância educativa do ensino das ciências da natureza</i>	Relação MC-EC	(Referência geral à metaciência)				
2	<i>O que é a Ciência?</i>	MC (Explicitação da MC)	√	√	√	√	√
3	<i>O papel da observação em ciência: A combustão de uma vela</i>	Relação MC-EC (Relação MC-C)	√			√	√
4	<i>O papel da observação e da interpretação na construção de explicações científicas: A “teoria do flogístico” e a “purificação do ar” pelas plantas</i>	MC (Explicitação da MC)	√	√	√		
5	<i>O papel da experimentação, da previsão e da hipótese em ciência: A nutrição das plantas</i>	Explicitação da relação MC-EC (Relação MC-C)	√	√	√	√	√
6	<i>O papel das atividades experimentais no ensino das ciências: O crescimento de tomates em estufa</i>	Explicitação da relação MC-EC (Relação MC-C)	√				
7	<i>O estatuto das teorias em ciência</i>	Explicitação da MC	√	√		√	
8	<i>Motivação e ética em ciência: Análise de um caso de fraude</i>	Explicitação da MC			√	√	√
9	<i>Relação CTS: A alteração climática global</i>	Relação MC-C	√			√	√
10	<i>O que é a ciência? – Síntese</i>	Explicitação da MC	√	√	√	√	√
11	<i>Conceitos científicos e ideias das crianças</i>	Explicitação da relação MC-EC	(Referência geral à metaciência)				
12	<i>Ensino das ciências no 1º CEB – Perspetivas</i>	Relação MC-EC (Relação MC-C)	√				√

Fonte: Apêndice 6.2.

Atividade 1 – A relevância educativa do ensino das ciências da natureza

É uma atividade introdutória e tem como objetivos identificar os conteúdos e as orientações curriculares para o ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade (com base nas *Orientações curriculares* e no *Programa de Estudo do Meio*) e discutir argumentos justificativos sobre a relevância do ensino das ciências (a partir de textos selecionados que apresentam e discutem as orientações nacionais e internacionais para o ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade). A sistematização da discussão possibilita elencar os argumentos que justificam o ensino das ciências com base nas categorias propostas por Afonso (2008), de modo a serem “revisitados” numa fase posterior (atividades 11 e 12), para a consolidação dos conhecimentos sobre o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

Atividade 2 – O que é a Ciência?

Tem, inicialmente, como objetivos “expressar as ideias (concepções gerais) sobre ciência e o modo como se distingue o conhecimento científico de outros tipos de conhecimento humano” e confrontá-las com as afirmações de cientistas (fórum online). No final da atividade, propõe-se a discussão e sistematização das ideias expressas pelos estudantes à luz das dimensões de construção da ciência, conceptualizadas por Ziman (1984, 2000) e que interligam os aspetos filosóficos, psicológicos, sociológicos e históricos, à luz dos quais podemos encarar a ciência (concepção multidimensional e abrangente sobre ciência).

Atividade 3 – O papel da observação em ciência: A combustão de uma vela

Trata-se de uma atividade centrada na realização de observações qualitativas e quantitativas e na distinção entre observação, interpretação e inferência, no estudo do fenómeno da combustão; engloba capacidades e conhecimentos relacionados com aspetos diversos da dimensão filosófica da ciência (como por ex., a subjetividade) e com a relação entre a tecnologia e a ciência (dimensão sociológica externa) realçando a importância da instrumentação na observação. Também engloba capacidades associadas à dimensão sociológica interna, em termos da importância da comunicação e divulgação dos dados da investigação na comunidade científica. No final da atividade é explorada a relação entre a metaciência e o ensino das ciências, discutindo-se a importância de envolver os alunos do 1.º ciclo do ensino básico em atividades deste tipo, ou seja, o valor educativo de relacionar diretamente os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos com a aprendizagem dos

processos e conhecimentos científicos (fraca classificação entre a metaciência e o ensino das ciências).

As atividades 4, 5 e 6 fazem parte de um todo que visa a aprendizagem de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades associadas às dimensões metacientíficas no âmbito da evolução das ideias sobre a nutrição das plantas desde o século XVII até à atualidade. A seleção deste tema justifica-se pelo facto de constar, a diferentes níveis de complexidade conceptual, dos programas de Estudo do Meio do 1.º ciclo (DEB, 2004) e de Ciências da Natureza do 2.º ciclo do ensino básico (DGEBS, 1991) isoladamente ou em relação ao estudo de aspetos relacionados com o ambiente e a sustentabilidade na Terra. Além disso, é um tema que está muito bem documentado nos relatos históricos sobre a construção do conhecimento científico e tem sido objeto de estudo e análise por parte de alguns investigadores nas áreas da história e da filosofia das ciências (e.g., Matthews, 1994, 2009a).

Atividade 4 – O papel da observação e da interpretação na construção de explicações científicas: A “teoria do flogístico” e a “purificação do ar” pelas plantas

Esta atividade apela ao desenvolvimento de capacidades e conhecimentos relativos a diversos aspetos das dimensões filosófica, histórica e psicológica da ciência. A partir das experiências de van Helmont, Woodward e Hales sobre a "nutrição das plantas" são exploradas hipóteses, previsões e resultados. Evidencia-se, também, que o conhecimento é construído através de: rigorosa observação, experimentação e interpretação com poder preditivo; procedimentos que o sujeitam permanentemente à testagem e à crítica lógica (podendo ser rejeitado com base em novas observações e resultados); procedimentos criativos e críticos baseados em ideias e crenças dos cientistas que dão origem a novos estudos. Isso permite explorar, ao mesmo tempo, diferentes capacidades e conhecimentos específicos associados à dimensão filosófica, o que contribui para uma conceção mais abrangente da metaciência.

Atividade 5 – O papel da experimentação, da previsão e da hipótese em ciência: A nutrição das plantas

Esta atividade apela ao desenvolvimento de capacidades e conhecimentos relativos a diversos aspetos das dimensões filosófica, histórica, psicológica e sociológica da ciência. Numa primeira fase exploram-se, com maior detalhe, as contribuições de Priestley e de Ingenhousz, apelando a diversos aspetos do trabalho investigativo, determinantes para a

compreensão do processo de nutrição das plantas (dimensões filosófica e histórica). Numa segunda fase, através da discussão sobre os trabalhos de vários cientistas – os estudos de Priestley e Lavoisier sobre os gases e a descoberta do oxigénio; o desenvolvimento da tecnologia da microscopia ótica, por Hook; a descoberta da penicilina por Fleming – clarifica-se a ideia de que o sucesso na aprendizagem científica requer um conhecimento abrangente sobre o modo como a ciência se constrói. Através da exploração de ideias como a mudança do conhecimento sobre a composição da atmosfera ao longo do tempo, a alteração do conceito de ser vivo, por observação microscópica, o impacto das descobertas científicas e das invenções tecnológicas, que podem favorecer a saúde humana, é evidenciada, explicitamente, a relação entre a metaciência (dimensões histórica, psicológica, sociológica nas suas vertentes interna e externa) e o ensino das ciências (forte enquadramento ao nível dos critérios de avaliação sobre esta relação).

Atividade 6 – O papel das atividades experimentais no ensino das ciências: O crescimento de tomateiros em estufa

Esta atividade estabelece a distinção entre uma investigação experimental (com manipulação de variáveis) de outros tipos de investigações, explorando aspetos associados à dimensão filosófica da ciência, como as capacidades investigativas e a necessidade do uso de procedimentos controlados de observação e experimentação para recolher dados conducentes à testagem e validação do conhecimento e relacionando a metaciência com o conhecimento científico (fraca classificação entre a metaciência e a ciência). Numa segunda fase, promove-se uma reflexão, num fórum *online*, sobre as aprendizagens realizadas em todas as atividades anteriores e, em particular, na atividade 6, em relação à importância de explicitar a abordagem da metaciência, através deste tipo de atividades, e à sua relevância para o ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico (forte enquadramento ao nível dos critérios de avaliação sobre a relação entre metaciência e ensino das ciências).

Atividade 7 – O estatuto das teorias em ciência

Nesta atividade recorre-se a exemplos sobre a descoberta do modelo do ADN, o enunciado da teoria do *Big Bang* e a especulação em torno da extinção dos dinossáurios, para explorar a distinção entre os conceitos de lei e de teoria científicas, focando a discussão nas características de uma “boa” teoria (à luz dos valores epistémicos que caracterizam o conhecimento científico), nos processos de testagem e de crítica racional conducentes à aceitação ou refutação das explicações científicas e na emergência de controvérsias no seio

da comunidade científica. Deste modo, dá-se realce à explicitação dos conhecimentos e capacidades metacientíficos associados às dimensões filosófica, histórica e sociológica interna (forte enquadramento ao nível dos critérios de avaliação sobre a metaciência).

Atividade 8 – *Motivação e ética em ciência: Análise de um caso de fraude*

Esta atividade, baseada numa notícia sobre a falsificação da pesquisa com células estaminais humanas pelo cientista sul-coreano Woo Suk Hwang, permite evidenciar a influência que as ambições pessoais (dimensão psicológica) e a pressão para obter financiamento (dimensão sociológica externa) podem ter para a continuação das investigações; entre outros fatores, podem influenciar negativamente a ética profissional a que todos os cientistas devem obedecer. É também explorado o papel que a comunicação dos resultados, através de revistas da especialidade, tem na comunidade científica e a importância dos *referees* para a validação do conhecimento científico produzido, tornando explícitas algumas perspetivas associadas às dimensões psicológica e sociológica nas suas vertentes interna e externa (forte enquadramento ao nível dos critérios de avaliação sobre a metaciência).

Atividade 9 – *Relação CTS: A alteração climática global*

Esta atividade apela ao desenvolvimento de capacidades e conhecimentos relativos a diversos aspetos das dimensões filosófica e sociológica da ciência nas suas vertentes interna e externa. Numa primeira fase, esta atividade visa a discussão das ideias que os estudantes já possuem sobre a questão das alterações climáticas no planeta. A seleção deste tema justifica-se pela importância que tem sido atribuída à abordagem CTS no ensino/aprendizagem das ciências desde os anos 80 do século passado e as controvérsias sobre os conteúdos a aprender (e.g., Aikenhead, 2009; Santos, 2005b; Solomon, 1999; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011; Ziman, 1980, 1994), havendo, contudo, grande incidência neste tema ao nível do ensino formal (e.g., McDonald, 2008; Reis & Galvão, 2004; Santos, 2005a). Além disso, a questão das alterações climáticas tem tido grande visibilidade ao nível da divulgação de ciência e da comunicação social, em particular, após ter entrado no circuito comercial o filme de Al Gore, *Uma Verdade Inconveniente* (Guggenheim & Bender, 2006). As questões que orientam a discussão na turma promovem a análise das distintas posições científicas sobre a alteração climática global e os impactos na sociedade (pressão de grupos económicos sobre as decisões políticas e os cientistas; importância de conduzir novos estudos com instrumentos cada vez mais rigorosos e

sofisticados), explorando as relações entre o conhecimento científico sobre a alteração climática global e os conhecimentos sobre a dimensão sociológica externa (fraca classificação entre a metaciência e a ciência).

Atividade 10 – O que é a ciência? – Síntese

Os estudantes respondem novamente às questões da Atividade 2 e comparam-se as respostas que deram inicialmente com as atuais. A reformulação das respostas e o esclarecimento de dúvidas são realizados em discussão geral de turma, contribuindo para a construção final do esquema sobre as diversas perspectivas que inclui cada uma das dimensões da construção da ciência, tal como foram sendo explicitadas nas aulas (forte enquadramento ao nível dos critérios de avaliação).

As atividades 11 e 12 centram-se no estudo de perspectivas de abordagem do ensino/aprendizagem das ciências para o 1.º ciclo do ensino básico, focando a mudança conceptual e o ensino experimental das ciências.

Atividade 11 – Conceitos científicos e ideias das crianças

Partindo das leituras recomendadas e da exposição inicial do professor (PowerPoint), discutem-se as linhas orientadoras essenciais sobre o que deve constituir e orientar o ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, estabelecendo a relação explícita com o ensino da metaciência, no quadro teórico do sócio construtivismo focando, em particular, a conceção de conceito científico, a aprendizagem de conceitos e a perspectiva de ensino para a mudança conceptual (e.g., Ausubel, Novak & Hanesian, 1978; Santos, 1991; Duit & Treagust, 2003; Treagust & Duit, 2009).

Atividade 12 – Ensino das ciências no 1º CEB – Perspetivas

Recorrendo à sistematização das ideias discutidas na Atividade 1, às leituras complementares sobre o ensino experimental das ciências e a abordagem CTS (Afonso, 2008; Martins et al., 2007; Pereira, 2002; Sá, 2002) e à apresentação de situações de aprendizagem exemplificativas, é explorada a importância da realização de atividades experimentais para o desenvolvimento de capacidades investigativas (e.g., observação rigorosa, previsão e resolução de problemas) e, como tal, para o desenvolvimento cognitivo das crianças, evidenciando a relação entre os conhecimentos e capacidades associados à dimensão filosófica e o conhecimento sobre o ensino experimental das ciências. A análise das situações de aprendizagem, orientam a síntese das aprendizagens no que se refere à

importância da realização de atividades de discussão, sobre controvérsias sociocientíficas, para levar os alunos a reconhecerem as influências recíprocas da ciência com a tecnologia e de ambas com a sociedade e a desenvolverem alguma compreensão sobre os impactos sociais das aplicações científicas e tecnológicas, relacionando as capacidades e conhecimentos associados à dimensão sociológica externa com as perspectivas de abordagem do ensino/aprendizagem das ciências (fraca classificação entre a metaciência e o ensino das ciências).

Atividade 13 – Planificação, realização e apresentação de atividades para o 1.º CEB

Nesta atividade é solicitada aos estudantes a planificação de uma sequência de atividades destinada a alunos do 3.º ou 4.º ano do 1.º ciclo do ensino básico, a partir de tópicos selecionados com base no programa oficial de Estudo do Meio. Para tal é fornecido aos estudantes um “Guião de orientações para o trabalho final” (Apêndice 6.2) onde se indicam os objetivos e a estrutura do trabalho a apresentar, as normas de elaboração e os prazos de entrega. Pretende-se que, as atividades sejam “promotoras de uma conceção adequada de ciência (estando presentes aspetos das dimensões de construção da ciência estudadas) relacionando conhecimentos científicos e metacientíficos...” e que, uma delas seja uma atividade experimental investigativa realizada pelos estudantes. Para a planificação e realização das atividades, os estudantes têm o apoio do professor em sessões de Orientação Tutoria presenciais e a distância. Posteriormente, é apresentado e discutido na turma, o resultado das atividades experimentais investigativas de cada um dos estudantes. Com base nesta atividade e sua respetiva discussão, os estudantes elaboram um relatório (um dos elementos de avaliação das aprendizagens) que deve incluir a sequência de atividades e uma reflexão final “onde se discute a adequação da proposta de atividades aos alunos do 1.º ciclo do ensino básico, de acordo com o tema em estudo, e se evidenciam os aspetos das dimensões da construção da ciência explicitados nas atividades”.

Atividade 14 – Teste de avaliação sumativa

Trata-se de um teste individual escrito realizado presencialmente em data e horário previamente calendarizado. As questões do teste destinam-se a avaliar as aprendizagens dos estudantes em relação à: (1) compreensão do significado das dimensões de construção da ciência em termos de capacidades e conhecimentos metacientíficos; (2) compreensão do significado da relação entre metaciência e ciência; (3) importância de explorar as dimensões metacientíficas e a relação metaciência/ciência no ensino/aprendizagem das ciências no 1.º

ciclo do ensino básico; e (4) relevância do ensino das ciências neste nível de ensino, evidenciando as perspectivas de abordagem estudadas.

A aplicação deste plano de formação implicou a observação e a análise detalhada da prática pedagógica correspondente, visando a sua caracterização. Na secção 4.3 descreve-se a caracterização da modalidade de prática pedagógica que esteve subjacente à aplicação do plano de formação.

4.3. Análise da modalidade de prática pedagógica

O plano de formação, tal como já anteriormente referido, estabelecia os conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) e didáticos do processo de ensino/aprendizagem (*o que*) e aspetos relacionados com a forma de os transmitir, de modo a promover uma efetiva aprendizagem (*o como*). De acordo com os princípios orientadores da conceção do plano de formação (ponto 6.1), estavam subjacentes, ao nível de *o como*, características sociológicas do modelo de prática pedagógica mista desenvolvido a partir dos resultados de vários estudos empíricos do Grupo ESSA (e.g., Morais & Neves, 2009; Morais, Neves & Ferreira 2014; Pires, Morais & Neves, 2004). Como tem sido evidenciado por vários estudos (e.g., Alves & Morais, 2012; Calado & Neves, 2012; Ferreira, 2014; Silva, Morais & Neves, 2013a, 2013b), ocorre sempre uma recontextualização entre o discurso pedagógico presente no programa e noutros materiais curriculares e o discurso pedagógico que tem expressão na sala de aula. Deste modo, e de acordo com os objetivos da investigação procurou-se caracterizar (quanto a *o que* e quanto a *o como*) a prática pedagógica implementada pelo professor na concretização do plano de formação.

A observação e a caracterização da prática pedagógica, relativa à implementação do plano de formação, incidiu no contexto de transmissão/aquisição, incluindo quer as aulas destinadas à compreensão e à aplicação dos conceitos a apreender, quer as sessões de orientação tutória presencial, em que o professor apoiou a elaboração do trabalho de avaliação final. Esta observação exigiu o recurso a técnicas e procedimentos que garantissem a adequação dos processos investigativos do estudo. Para tal, aplicaram-se os critérios de credibilidade (Guba & Lincoln, 2005): o facto de a investigadora conhecer alguns dos participantes e ter experiência profissional do contexto de formação didática é facilitador do envolvimento e acompanhamento do professor da unidade curricular respetiva. Esta condição implicou uma presença regular da investigadora, que manteve um contacto

sistemático com o professor e os estudantes, de forma a estabelecer-se uma relação de confiança com os participantes do estudo (Yin, 2009). Porém, como anteriormente referido, a investigadora assumiu o papel de observadora não participante, não interagindo com os estudantes e recolhendo extensas notas de campo de cariz qualitativo (Teddlie & Tashakkori, 2009). Assim, entre 15 de fevereiro e 6 de junho de 2012, a investigadora observou 15 aulas e sessões de trabalho (11 aulas em turma e quatro sessões de orientação tutória, em grupos), num total de cerca de 26 horas. Todas as aulas e sessões de orientação tutória foram gravadas em registo áudio⁷⁷ e transcritas na íntegra (nas transcrições incluíram-se comentários extraídos das notas de campo da investigadora). Consciente das dimensões éticas deste tipo de métodos de recolha de dados, procurou-se tornar a função de investigadora-observadora o menos intrusiva possível, reconhecendo-se, embora, existir sempre algum grau de influência pela presença de um elemento exterior aos sujeitos do estudo, como afirma Angrosino (2005). Uma outra garantia de credibilidade do estudo passou por assegurar as condições específicas para a participação dos estudantes, desde o início até ao final dos procedimentos de recolha de dados.

4.3.1. Conceção e aplicação dos instrumentos de análise da prática pedagógica

A caracterização da prática pedagógica, implementada no contexto da formação, foi realizada com recurso a um conjunto de instrumentos de análise (Apêndice 7). À semelhança das opções metodológicas tomadas na construção dos instrumentos de análise dos programas, também neste caso se conceberam os instrumentos inspirados no modelo teórico (Morais & Neves, 2009) e, no caso dos instrumentos sobre *o como*, adaptados a partir de instrumentos construídos em estudos anteriores do Grupo ESSA sobre a caracterização de modalidades de formação contínua (e.g., Afonso, Moraes & Neves, 2002) e inicial (e.g., Alves, 2010; Deus, 2010; Santos, 2010) de professores e de práticas pedagógicas em contextos de sala de aula (e.g., Alves & Moraes, 2012; Matos & Moraes, 2004; Moraes & Neves, 2003; Silva, Moraes & Neves 2013a).

Os instrumentos referidos tinham sido concebidos e aplicados com base numa metodologia mista e num diálogo permanente entre os princípios teóricos e os dados

⁷⁷ Devido a uma falha técnica no gravador perdeu-se cerca de uma hora de gravação da aula 8, reconstituída, imediatamente a seguir à aula, a partir dos materiais usados/produzidos na aula e das notas de campo da investigadora.

empíricos (Morais & Neves, 2007b), aspeto que contribuiu para a validade dos instrumentos de análise construídos no presente estudo.

4.3.1.1. Delimitação dos indicadores e das unidades de análise

Os indicadores de análise foram selecionados, tendo em conta os contextos instrucional e regulador que definem uma prática pedagógica. Inicialmente, estabeleceram-se como indicadores do contexto instrucional a “contextualização dos temas”, a “realização das atividades”, a “exploração/discussão dos assuntos” e as “intervenções dos estudantes”. Para a análise do contexto regulador, decidiu-se usar os seguintes indicadores: (1) “relação de comunicação”; (2) “perguntas dos estudantes”; (3) “respostas dos estudantes”; (4) “intervenções dos estudantes com incorreções”; e (5) “modo de relacionamento”.

Face aos resultados da análise exploratória, em relação ao contexto instrucional, constatou-se que os momentos de contextualização dos temas se sobrepunham, com frequência, à apresentação das atividades feita pelo professor o que levou à eliminação desse indicador e à inclusão de um novo indicador sob a designação “apresentação/realização das atividades”.

Quanto ao indicador “intervenções dos estudantes”, decidiu-se usá-lo apenas quando os estudantes introduziam um novo aspeto na discussão através de afirmações, perguntas ou dúvidas relacionadas com o assunto em estudo. Esta decisão teve como base o facto das intervenções dos estudantes se cingirem, na maior parte das interações analisadas, a dúvidas relacionadas com a interpretação dos materiais curriculares e/ou perguntas e afirmações estritamente ligadas ao contexto de apresentação e exploração das atividades conduzido pelo professor, não acrescentando novos contributos às atividades.

Um outro aspeto a realçar foi a inclusão do indicador “elaboração de sínteses” na análise de cada uma das características em estudo, por se considerar que as sínteses são essenciais para garantir a explicitação dos critérios de avaliação no contexto instrucional (Morais & Neves, 2009). Inicialmente, este indicador tinha sido considerado apenas na análise da característica da prática pedagógica “critérios de avaliação” (explicitação da metaciência e da relação entre a metaciência e o ensino das ciências no âmbito do ensino/aprendizagem das ciências) Mas, após a análise exploratória, este indicador mostrou-se relevante em outras situações de aprendizagem, pois importava compreender se o professor apresentava de facto sínteses (sistematização dos assuntos em estudo) e se elas

surgiam no final da discussão dos assuntos explorados nas aulas ou apenas quando estava sugerido nos materiais curriculares (Apêndice 6.2). Esta opção está em consonância com os princípios de otimização do modelo de prática pedagógica proposto por Moraes e Neves (2009), assumindo-se o uso de alguns indicadores que têm sido comuns na análise de todos os contextos, “como é o caso do indicador ‘elaboração de sínteses’, pois tem-se considerado que eles são importantes para caracterizar a prática pedagógica presente em qualquer contexto” (p. 21).

As unidades de análise foram definidas a partir das transcrições das aulas e sessões de trabalho⁷⁸. Cada unidade correspondeu a uma porção de texto de transcrição da aula (excerto), independentemente da sua extensão, onde era possível identificar as ocorrências discursivas durante a apresentação e a realização das atividades (em turma e/ou em pequeno grupo) e ocorrências interacionais (com um grupo de estudantes, com um único estudante e/ou em discussão geral de turma), de acordo com os indicadores previamente definidos e descritos nos instrumentos de caracterização da prática pedagógica. A delimitação de algumas unidades de análise foi condicionada pelo indicador “elaboração de sínteses”. Assim, quando o professor fazia as sínteses de acordo com as sugestões contidas no plano de formação (*Guia do professor*), ou quando o professor sistematizava os assuntos correspondentes a uma parte da atividade, as unidades de análise foram tomadas como independentes; no caso da unidade de análise corresponder ao final de uma atividade, então aquele indicador foi incluído na unidade, quer o professor elaborasse, ou não, a síntese.

Considerando que, no presente estudo, se pretendia caracterizar a ação do professor em termos da mensagem relativa à metaciência contida nos materiais curriculares, os excertos de texto cuja mensagem não incidia na metaciência foram tidos como unidades de análise não classificáveis. Nesta categoria, incluíram-se excertos que se designaram por perspectivas de ensino, organizativas e interações pontuais. A Tabela 3.15 mostra alguns

⁷⁸ Convenções usadas na transcrição das aulas e das sessões de trabalho: P, Professor; E1, E2, E3... (ou o nome fictício sempre que foi possível identificar o estudante), Estudante; ES, Vários estudantes; ?, Pergunta/questão;., Período, fim de frase.; ..., Frase incompleta; [...], Pausa/hesitação (ex. repetição de palavras, ahahah); (), Sons não linguísticos. (ex. risos/ruído de vozes); =, Intervenções simultâneas com sobreposição dos discursos ou impercetíveis; {}, Notas de campo da investigadora.

exemplos de unidades de análise associadas aos indicadores do contexto instrucional⁷⁹ e de unidades de análise consideradas não classificáveis.

Tabela 3.15

Exemplos de unidades de análise e respetivos indicadores.

Indicador	UAs classificáveis	Indicador	UAs não classificáveis
<i>Apresentação/ Realização das atividades</i>	[1] <i>Professor</i> – Vamos passar agora à atividade 8 que nos vai permitir analisar um caso recente de motivação e ética no trabalho científico. {P distribui as fotocópias dos guiões de apoio à atividade pelos grupos de trabalho}. Como veem é um texto curto que vão ler com atenção e no final responder por escrito às duas questões que estão no final da página. [Aula 6, UA 73].	<i>Perspetivas de ensino</i>	[5] [...] <i>Professor</i> – [...] atualmente no que se refere ao horário semanal no ensino básico, [...] é suposto que ao ensino das ciências seja disponibilizada uma carga horária de 5 horas, metade das quais deverá ser utilizada para o ensino experimental das ciências. Diga, diga! <i>E</i> – Estava a dizer que geralmente não se faz! Acho eu... [...] [Aula 1, UA 3].
<i>Exploração/discussão dos assuntos</i>	[2] <i>Professor</i> – Relativamente à questão “Como é que estes relatos contribuem então para a compreensão sobre o modo como os cientistas trabalham?”, ia dizer alguma coisa... <i>E</i> – A identificação do problema. <i>Professor</i> – Essencialmente nós temos aqui a identificação dos problemas que eles estão a investigar; mais?! <i>ES</i> – Hipóteses!... <i>Professor</i> – Muito bem; eles formularam hipóteses; mais?! [...] [Aula 5, UA 62].	<i>Organizativa</i>	[6] <i>Professor</i> – Primeiro de tudo, gostaria de dar algumas indicações, relativamente ao planeamento das nossas atividades, [...] O que eu vos peço, é que nos próximos dias analisem o documento, reflitam sobre o trabalho que pretendem desenvolver e, especificamente, que lá no fórum indiquem o tema, bloco do programa, sobre os quais vai incidir a vossa planificação. [...] [Aula 4, UA 44].
<i>Elaboração de sínteses</i>	[3] <i>Professor</i> – [...] {P aponta a tabela síntese da atividade 1 e lê algumas das características sobre o que e o como ensinar ciências registadas nesta tabela}. Desenvolver a capacidade de raciocinar sobre a evidência. Vejam aqui: recolha de evidências, a recolha de dados. E usar argumentos de forma lógica e clara, observar e descrever a realidade envolvente, promover debates, levando as crianças a argumentar com base nas experiências e aprendizagens realizadas. [...] [Aula 9, UA 107].	<i>Interações pontuais (individuais/grupos)</i>	[7] [...] <i>Luísa</i> – Tenho uma dúvida. <i>Professor</i> – Onde? Onde? <i>Luísa</i> - Aqui na 2, não percebo bem a responsabilidade da revista... <i>Professor</i> – A questão é como encara a atuação da revista <i>Science</i> . <i>Luísa</i> – A atuação {??} <i>Professor</i> – Ou seja, porque no fundo são eles que tomam a decisão de publicação ou não publicação. [...] Foram publicados determinados resultados obtidos no âmbito de experiências que se veio a verificar posteriormente que tinham sido falseados, não serem verdadeiros. E efetivamente quem permitiu que essa publicação fosse feita, quem é que foi? Os responsáveis pela revista <i>Science</i> , mais precisamente o conjunto de peritos, o conjunto de <i>referees</i> , que, no fundo, valida, analisa e atribui valor aos artigos e às descobertas que lhes são feitas chegar por intermédio dos cientistas, não é? <i>Luísa</i> – Não sabia que as revistas tinham tanto poder. [...] [Aula 6, UA 74].
<i>Intervenções dos estudantes</i>	[4] <i>Professor</i> – [...] portanto a ciência engloba um trabalho em equipa e este trabalho em equipa é feito, necessariamente, entre pessoas que trabalham num determinado laboratório, num determinado local, mas é um trabalho que exige comunicação [...] <i>Rui</i> – Nem sempre. Às vezes os cientistas podem estar à procura de algo sem necessitarem de comunicar com ninguém! Por interesses económicos, [...] <i>Professor</i> – Mas essa pesquisa [...] é uma relação que procuram num determinado momento, com determinados objetivos! <i>Rui</i> – Sim, por exemplo na indústria farmacêutica, um certo laboratório pode estar a tentar descobrir algo que não queira passar essa informação aos outros cientistas, a não ser àqueles que trabalham lá dentro do laboratório. [...] [Aula 3, UA 28]		

⁷⁹ De modo a facilitar a leitura, não se incluem nesta tabela exemplos de unidades de análise relativos aos indicadores do contexto regulador. Esses exemplos são apresentados mais adiante, na descrição da conceção e aplicação dos instrumentos de análise utilizados para o referido contexto.

No indicador “apresentação/realização de atividades”, incluíram-se os excertos que expressavam tipicamente uma contextualização realizada pelo professor, seguida pela realização da atividade em turma e/ou em grupo (excerto [1]). As unidades relativas à discussão geral de turma sobre os assuntos em estudo foram associadas ao indicador “exploração/discussão dos assuntos”, como se mostra em [2]. O exemplo [3] selecionado para ilustrar uma unidade de análise relativa ao indicador “elaboração de sínteses” mostra uma situação em que o professor recupera os resultados de uma atividade inicial para sistematizar o assunto, ocasionando a mudança de subcontexto de aprendizagem.

Para ilustrar um excerto associado ao indicador “intervenções dos estudantes” [4], selecionou-se uma das situações em que um estudante introduz um aspeto novo e relevante para o assunto em discussão, neste caso, o sigilo no seio da comunidade científica para proteger uma invenção na indústria (farmacêutica).

Nas unidades não classificáveis consideraram-se como perspectivas de ensino, os excertos de texto cuja mensagem apenas tinha significado relativo ao ensino/aprendizagem das ciências, sem nenhuma referência aos conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos; é o caso do excerto [5], em que o professor alude à carga horária semanal destinada ao ensino experimental das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

Os excertos de texto, como é o caso de [6], que continham indicações sobre a organização dos trabalhos/avisos/calendarização de tarefas, foram considerados como unidades organizativas. Os excertos de texto, como se exemplifica em [7], que traduziam a ocorrência de interações do professor com um único estudante ou com os membros de um grupo de trabalho, ficando o texto circunscrito a esses mesmos estudantes, foram designados por interações pontuais (individuais/grupo).

4.3.1.2. Descrição e aplicação dos instrumentos de análise

Após a condução do estudo exploratório (ponto 4.2), elaborou-se uma primeira versão dos instrumentos para caracterização da modalidade de prática pedagógica, de acordo com as opções tomadas. Com o objetivo de validar os instrumentos de análise (Morais & Neves, 2007b; Teddlie & Tashakkori, 2009) a primeira versão foi sujeita a uma abordagem empírica exploratória a partir da observação das aulas e do conjunto das notas de campo da investigadora, associados à transcrição das gravações de todas as aulas, permitindo elaborar

a versão definitiva dos instrumentos de modo a adequá-los ao tipo de aulas que os estudantes da amostra iriam frequentar no ano letivo de 2011/12.

Partindo dos anteriores pressupostos, foram elaborados sete instrumentos (numerados de 7.1 a 7.7 no Apêndice 7), com as características apresentadas sinteticamente na Tabela 3.16. Três desses instrumentos (7.1, 7.2, e 7.4) foram construídos de modo a possuírem paralelismo com os instrumentos usados para analisar características idênticas nos programas. Os quatro instrumentos restantes (7.3, 7.5, 7.6 e 7.7) destinavam-se a estudar as outras características inerentes ao contexto de formação.

Tabela 3.16

Características em estudo na prática pedagógica, considerando as dimensões metacientíficas (o que) e as relações sociológicas entre discursos e entre sujeitos (o como).

CARACTERÍSTICAS EM ESTUDO				
Contexto Instrucional	QUE	Dimensões metacientíficas (conhecimentos e/ou capacidades) Instrumento 7.1		
		Relação entre discursos	Relação intradisciplinar (MC-C) Instrumento 7.2	
	Relação intradisciplinar (MC-EC) Instrumento 7.3			
	COMO	Relação entre sujeitos- Relação professor-estudantes	Regras discursivas	Critérios de avaliação Explicitação da MC (Co e Ca) Instrumento 7.4
				Critérios de avaliação Explicitação da MC no âmbito do EC Instrumento 7.5
				Ritmagem Instrumento 7.6
Contexto Regulador		Regras hierárquicas Instrumento 7.7		

Com base na abordagem empírica exploratória dos instrumentos, levada a cabo nas condições atrás referidas, foram especificados todos os descritores para cada um dos indicadores contemplados em cada instrumento, aproximando-os, tanto quanto possível, dos descritores usados nos instrumentos de análise dos programas (ponto 3.3.2). Na construção da versão definitiva dos instrumentos tiveram-se novamente em conta os dados empíricos, levando a identificar aspetos que exigiram a introdução de modificações nos descritores, adiante exemplificadas.

No instrumento destinado a analisar cada uma das dimensões metacientíficas, usou-se uma escala de quatro níveis (Apêndice 7.1). Na adaptação do enunciado dos descritores do instrumento usado na análise desta característica nos programas dos planos de estudos das

escolas superiores (Apêndice 4.1), apenas o primeiro nível de descrição (nível 1) teve uma alteração em relação aos programas porque, ao contrário destes, onde estava prevista a situação de não haver qualquer referência à metaciência, na prática pedagógica só foram estudadas as situações onde estavam presentes essas referências. Assim, o primeiro nível do instrumento corresponde às mensagens que não exploram ou deixam ambíguos aspetos relativos a cada uma das dimensões metacientíficas (capacidades e/ou conhecimentos). Face aos dados empíricos houve ainda que introduzir algumas especificações nos descritores. Por exemplo, para o indicador elaboração de sínteses, na descrição do nível 1, foi necessário considerar não só as situações em que o professor deixa ambíguas as referências às dimensões metacientíficas como as situações em que o professor não proporciona momentos de síntese.

De forma a ilustrar como se procedeu à caracterização da prática pedagógica, com base nos vários instrumentos, apresentam-se em seguida exemplos relativos a cada uma das características em análise.

Dimensões metacientíficas

No que respeita às dimensões metacientíficas, o instrumento, com quatro níveis, possibilitou a análise de cada uma das dimensões⁸⁰, em termos da presença de conhecimentos e/ou de capacidades e do nível de exploração dos conhecimentos⁸¹. A Tabela 3.17 apresenta um excerto do instrumento (Apêndice 7.1), para o indicador “elaboração de sínteses”, seguido de excertos de aulas que ilustram a classificação atribuída em função dos níveis do instrumento.

No excerto [8], o professor não especifica os aspetos das várias dimensões de construção da ciência a que faz alusão e, por isso, a unidade foi classificada como ambígua (DM_{amb}), de acordo com o 1.º descritor do nível 1. O excerto [9] evidencia a síntese feita pelo professor sobre conhecimentos de natureza específica relativos ao modo como as ideias

⁸⁰ As dimensões metacientíficas consideradas são: a filosófica (DF), a histórica (DH), a psicológica (DP) e a sociológica nas suas vertentes interna (DSI) e externa (DSE).

⁸¹ A descrição do nível de exploração dos conhecimentos metacientíficos distingue conhecimentos de natureza específica e de natureza genérica. A descrição das capacidades metacientíficas (C_{a1,2...}) e dos conhecimentos de natureza específica (C_{o1,2...}), relativos a cada uma das dimensões, consta das Tabelas I e II (complementares ao instrumento 4.1). Consideram-se conhecimentos de natureza genérica (C_{og}) quando não é possível identificar nenhum dos aspetos evidenciados na tabela descritiva de cada uma das dimensões metacientíficas (cf. Apêndice 4).

científicas podem ter influência nas decisões políticas e económicas de alguns sectores da sociedade (conhecimento específico relacionado com a dimensão sociológica externa).

Tabela 3.17

Excerto do instrumento de caracterização das dimensões metacientíficas (conhecimentos e capacidades).

Indicador	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Elaboração de sínteses	O professor deixa ambígua a dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor não proporciona momentos de síntese para sistematizar conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica.	O professor refere apenas conhecimentos de natureza genérica, relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor refere apenas capacidades, associadas à dimensão metacientífica.	O professor refere conhecimentos de natureza genérica e capacidades, relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor refere apenas conhecimentos de natureza específica, relativos à dimensão metacientífica.	O professor refere conhecimentos de natureza específica e capacidades, relativos à dimensão metacientífica.

- [8]
DM_{amb}
Nível 1
[1º descritor]
- {A propósito do preenchimento das perspetivas de conhecimento metacientífico no esquema global das dimensões de construção da ciência adaptado de Ziman}
Professor- Vamos seguir. Olhem lá, vocês já têm isso quase tudo preenchido, ou não?
E – Acabamos em casa.
Professor – [...] o que escreveram até agora está muito bem, [...] porque não se esqueçam de uma coisa: com base no preenchimento deste esquema nós, no momento final, o que é que vamos, necessariamente, conseguir fazer melhor?
ES - Definir ciência.
Professor – Definir o que é a ciência. [...]. [Aula 6, UA 81]
- [9]
DSE
Nível 3
[2º descritor]
- {A propósito da discussão da atividade 9 – Alterações climáticas}
Professor – Muito bem; relativamente a estas 3 questões da 2.1, 2.2 e 2.3, {atividade 9} vamos só sistematizar então aqui e olhando para o nosso esquema das dimensões da construção da ciência, quais é que são os contributos que podem incluir [...]
ES – Na dimensão sociológica externa.
Professor – Por exemplo. O que é que poderá acrescentar na dimensão sociológica externa?
Eduarda – A política e a economia ...
Professor – Mas como é que vai escrever isso? A Eduarda está aqui a querer acrescentar alguma coisa na dimensão sociológica externa: a política e a economia.
Eduarda – Interesses económicos. [...]. [Aula 7, UA 90]
- [10]
DF/Nível 4
DH/Nível 3
[2º descritor]
- DSI/Nível 2
[1º descritor]
- {P faz a síntese da discussão sobre as experiências clássicas relacionadas com a nutrição das plantas}
Professor – Para sistematizarmos, [...] por vezes as explicações sobre determinados fenómenos são objeto de dúvidas por parte de outros cientistas, que como Hales, por exemplo, testam repetidamente essas ideias, no sentido de progredir [...] ele acabou por ser, também, o primeiro a evocar aqui as trocas gasosas entre a planta e a atmosfera, precisamente. E, portanto, este processo de trabalho conduz, [...] a novas hipóteses explicativas e a novas previsões, sujeitas à testagem e à crítica racional. Evidencia-se um aspeto essencial da dimensão histórica, que é o recurso ao conhecimento estabelecido, como fonte de referência teórica acessível aos cientistas e essencial no desenvolvimento da sua ação, [...]. [Aula 4, UA 58].

O excerto [10] mostra como o professor sintetiza a discussão referindo capacidades relacionadas com a apreciação de normas relativas ao trabalho investigativo, como o rigor na observação e interpretação de dados e a atitude crítica na avaliação dos resultados, a par dos conhecimentos (específicos) sobre a necessidade de testagem das diferentes hipóteses explicativas que foram sendo propostas pelos investigadores (dimensão filosófica). Neste caso, o professor também refere a evolução do conhecimento (conhecimento específico relacionado com a dimensão histórica) e o trabalho dos cientistas, ainda que de forma muito genérica (conhecimento genérico relacionado com a dimensão sociológica interna).

Relações intradisciplinares

Quanto às relações intradisciplinares – entre metaciência e ciência e entre metaciência e ensino das ciências – os instrumentos têm uma escala de quatro graus de classificação a que correspondem descritores definidos com base no conceito de classificação proposto por Bernstein (1990, 2000). De acordo com este conceito, a classificação é muito forte (C⁺⁺) quando existe uma fronteira muito nítida entre os dois tipos de conhecimento, ou seja, está ausente a relação entre os conhecimentos, e é muito fraca (C⁻) quando existe uma fronteira esbatida, ou seja, há uma estreita relação entre os dois tipos de conhecimentos. A Tabela 3.18 apresenta um excerto do instrumento de análise da relação entre metaciência e ciência (Apêndice 7.2), para o indicador “exploração/discussão dos assuntos”. Seguem-se excertos que exemplificam unidades de análise classificadas em função desse instrumento.

Tabela 3.18

Excerto do instrumento de análise da relação intradisciplinar entre metaciência e ciência.

Indicador	C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ⁻
Exploração/discussão dos assuntos	O professor centra-se apenas nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficos.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficos e também nos conhecimentos científicos, mas não os relaciona.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficos e também nos conhecimentos científicos abordando, de forma superficial, a relação entre eles.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficos e também nos conhecimentos científicos, abordando, de forma interligada, a relação entre eles.

- [11] {Durante a discussão das respostas ao fórum da atividade 2}
 C⁺⁺ *Professor* – Vamos para a 6^a e última [frase], de Alexandre Quintanilha. “A ciência não é fácil. É competitiva; nem toda a gente é capaz de fazer bem ciência. Mas o prazer de estar na fronteira entre o conhecido e o desconhecido e perceber como é que os mecanismos funcionam, é das coisas mais fabulosas que existe. É das áreas que mais mistério trazem às pessoas”. Onde consideraram a dimensão psicológica?
E – Fala das características.
Professor – Onde? Onde?
E – Aí está a dizer que tem que haver certas características. [...]

- ES* – Fala do mistério.
Professor – Aponta um bocado para a curiosidade, e nessa medida tem a dimensão psicológica, é? [...]
E – Nem toda a gente é capaz de fazer ciência! [Aula 4, UA 45]
- [12] {Durante a discussão dos resultados da atividade 3}
 C⁺ *Professor* – Será que eu, se quiser ser rigoroso na minha observação, posso dizer que esta vela já foi usada? Ou será que uma observação mais rigorosa será, por exemplo, que a vela tem o pavio preto?
 (DF) *ES* – Sim, claro.
Professor – Que tem o pavio preto!
Eva – Pode ser pintado.
Professor – Pode ser pintado, como está ali a Eva a dizer. [...]
E – Nota-se que já foi queimada!
Professor – Desculpe, mas ela pode ter o pavio preto!
E – Não, mas à volta! {E refere-se à parte côncava do topo da vela} Não é aqui {no pavio}.
Professor – Mas eu posso ter escavado! Estamos a falar do rigor das observações.
ES – Mas a gente já sabe! Tem gotas de cera ...
Professor – Claro. Mas eu posso ter colado as gotas de cera. [...]. [Aula 3, UA38]
- [13] {Na exploração do texto sobre os trabalhos de Lavoisier}
 C⁻ *Professor* – Combustão, enferrujamento, [...] {O professor lê excertos do texto}. Portanto, o seu génio foi perceber o papel do oxigénio, unificando os processos de oxidação, combustão e respiração. Então e relativamente à evolução da química?
 (DF, DH) *ES* – Foi explicar a lei da conservação da massa.
Professor – Ou seja, de alguma forma, o facto de ele ter enunciado a lei da conservação da massa, não é? E de ter contribuído para o abandono da teoria do flogístico. [...]. [Aula 5, UA67]
- [14] {Durante a exploração da atividade 9}
 C⁻ *Professor* – {Dirigindo-se à turma} [...] Relativamente à 1ª questão [...] Primeiro que tudo, que posições é que nós temos aqui em confronto? Luísa?! [...]
 (DSI) *Luísa* – Se o aquecimento global é ou não provocado pela atividade humana.
Professor – Isso é uma questão; não me está a referir duas posições em confronto! Quem é que completa o que a Luísa disse?
E – Não tem só a ver com a atividade humana. Tem mais a ver com se o CO₂ tem influência no aquecimento. Para alguns tem ...
Professor – Temos 2 posições em confronto ou não temos?
E – Pelo que eu percebi, alguns cientistas acham que é uma parte da atividade humana que provoca e outros dizem...
Professor – Provoca o quê?
E – Alterações no aquecimento global. [...]
Professor – Da ação do homem, da atividade humana. E outros?
E – E cientistas que sugerem que a temperatura não está a aumentar devido à atividade humana.
Professor – Ou seja, são estas as 2 posições que temos em confronto, [...]. [Aula 7, UA87].

A primeira unidade de análise [excerto 11] foi classificada como possuindo uma forte separação dos dois tipos de conhecimentos (C⁺⁺) porque o professor se centra, apenas, em conhecimentos metacientíficos associadas à dimensão psicológica (DP); o segundo excerto [12] foi classificado como C⁺ porque, embora contemple aspetos associados à capacidade de observação e à apreciação de normas inerentes ao trabalho científico (relativas à dimensão filosófica), o professor não relaciona estes conhecimentos metacientíficos com o conhecimento científico relativo à combustão da vela; o terceiro excerto [13] foi classificado como C⁻ porque, embora o professor se centre na relação entre os dois tipos de

conhecimentos (os contributos de Lavoisier para o avanço da química em termos da compreensão sobre a constituição dos gases atmosféricos e do enunciado da lei da conservação da massa, relacionados com as dimensões filosófica e histórica), fá-lo de uma forma superficial, não explicando claramente como é que o conceito de oxidação resultou da unificação de conceitos diferentes como a combustão e o enferrujamento e de que modo contribui para o avanço do conhecimento conduzindo ao enunciado da Lei de Conservação da Massa; o excerto [14] foi classificado como C⁻ porque interliga o conhecimento científico relativo ao aquecimento global com a emergência de uma controvérsia no seio da comunidade científica (conhecimento associado à dimensão sociológica interna da ciência).

A Tabela 3.19 apresenta um excerto do instrumento de análise do grau de relação intradisciplinar entre a metaciência e o ensino das ciências (Apêndice 7.3), para o indicador “apresentação/realização das atividades”. Seguem-se excertos exemplificativos de unidades de análise classificadas em função deste instrumento.

Tabela 3.19

Excerto do instrumento de análise da relação intradisciplinar entre metaciência e ensino das ciências.

Indicador	C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ⁻⁻
Apresentação/realização das atividades	O professor aborda apenas os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos incluídos nas atividades.	O professor aborda os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos e também os conhecimentos científicos, incluídos nas atividades, mas não os relaciona.	O professor aborda, de forma superficial, a relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e os conhecimentos científicos incluídos nas atividades.	O professor aborda, de forma interligada, a relação entre os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos e os conhecimentos científicos incluídos nas atividades.

- [15] {Durante a apresentação do fórum de discussão sobre a construção da ciência, Atividade 2}
- C⁺⁺ [...] *Professor* – Aquela questão, [...] “A ciência é o que os cientistas fazem”, por exemplo: (DP, DSI, DSE) Consideram que esta questão nos remete mais para que dimensão da construção da ciência? “A ciência é o que os cientistas fazem”?
- Teresa* – Se calhar para a histórica...
- Professor* – Será que é para a histórica?
- ES* – Não.
- Professor* – Então seria para quê?
- ES* – Para a psicológica.
- Outras ES* – Psicológica ou para a sociológica.
- Professor* – Psicológica no sentido que se refere a determinadas ações que os cientistas desenvolvem, que devem ter inerentes determinadas características pessoais, será?! E neste sentido, a colega que disse que era para a psicológica era por aí. Mas aqui a Clara considera que seria para qual?
- Clara* – Sociológica.
- Professor* – Sociológica. E seria interna ou externa?
- Clara* – Isso não sei. [...] Não é as características. É a forma como agem.
- Professor* – Mas dentro da comunidade científica, com os seus pares?

- Clara* – Sim.
 Professor – Então, se calhar era mais a sociológica; interna ou externa?
Clara – Pois é isso que eu não sei. [...]. [Aula 3, UA 33]
- C⁺ Não foi encontrada nenhuma UA representativa deste valor.
- [16] {Durante a realização da atividade 1, P esclarece as dúvidas dos estudantes na turma}
 C⁻ [...] *Professor* – Estava a referir-se aos conteúdos procedimentais, ou não estava?! Não estava
 (DF) a referir-se aos procedimentos?
Teresa – Mas é assim; mas tem uma razão de ser! A criança...
Professor – A Teresa estava a questionar-me se também deveríamos ensinar as investigações.
 Era o que me estava a perguntar. Os procedimentos...
Teresa – Quando falou, eu não referi, mas o meu filho, na escola onde está, no 3º ano, fazem
 isso {imperceptível} quando dão os batráquios vão apanhar rãs, veem os peixinhos {girinos}...
Professor – Fazem a observação, recolhem, manipulam.
Teresa – Exato.
Professor – Estamos a falar de procedimentos!
Teresa – Inclusive trouxeram também algumas plantas.
Professor – O que é que o Rui considera? Considera que é importante ensinar também
 determinados processos investigativos? [...]. [Aula 1, UA7]
- [17] {Durante a realização da atividade 10}
 C⁻ *Professor* – Portanto [...]: “Que perspetivas das dimensões da construção da ciência os
 (DF, DSI) professores podem introduzir nas aulas de ciências, se colocarem questões do tipo: De onde
 vêm as ideias que levam os cientistas a formular os problemas que investigam? Quando os
 cientistas testam as hipóteses, previsões que enunciam, procederão do mesmo modo que nós
 aqui na aula?” Ou seja, tentar, de alguma forma, associar o trabalho que as crianças estão a
 desenvolver na aula, antes, durante e depois das atividades, com o trabalho que é feito pelos
 cientistas no seu local de trabalho. Seja num laboratório, [...]
Clara – Quando estagiei {Clara refere-se ao estágio de observação de aulas realizado durante
 duas semanas no semestre em curso} vi a professora a falar sobre isto... a dizer que os cientistas
 têm muito trabalho e eles fizeram todos o registo das observações que fizeram, exatamente para
 recriar, um pouco, o ambiente que é vivido num laboratório.
Professor – Ou seja, para que as crianças ficassem com uma ideia mais precisa do modo como
 os cientistas trabalham. [...] sentiu que havia, de alguma forma, por parte da professora, uma
 preocupação em trabalhar algumas das dimensões da construção da ciência. [Aula 9, UA 104]

O excerto [15] pertence a uma unidade de análise classificada como possuindo uma forte separação dos dois tipos de conhecimentos (C⁺⁺) porque o professor se centra, apenas, em conhecimentos metacientíficos relacionados com as dimensões psicológica e sociológica (nas suas vertentes interna e externa), tal como a atividade propunha; o excerto [16] ilustra uma unidade de análise classificada como C⁻ porque, embora o professor centre o seu discurso na relação entre os dois tipos de conhecimentos, neste caso relacionando o desenvolvimento das capacidades investigativas com o ensino das ciências (em torno dos conteúdos relativos ao estudo dos seres vivos), acaba por fazê-lo de uma forma superficial; o excerto [17] foi classificado como C⁻ porque mostra o professor centrando o seu discurso no conhecimento metacientífico em termos da apreciação das normas do trabalho investigativo, quer associado à dimensão filosófica da ciência, quer associado aos comportamentos e atitudes inerentes ao trabalho nos grupos de investigação. Além disso, aborda de uma forma interligada a relação deste conhecimento com os conhecimentos

relativos ao ensino/aprendizagem das ciências, a partir de um exemplo concreto em sala de aula do 1.º ciclo do ensino básico.

Relação professor-estudantes – Regras discursivas: Critérios de avaliação

Para se apreciar a tendência da prática pedagógica, no que respeita aos “critérios de avaliação”, recorreu-se ao conceito de enquadramento de Bernstein (1990, 2000), para analisar o modo como o professor explicitou: (1) a metaciência em termos dos conhecimentos e capacidades associados às dimensões metacientíficas (filosófica, histórica, psicológica e sociológica nas suas vertentes interna e externa); e (2) a relação entre metaciência e o ensino das ciências, em termos do significado da metaciência no ensino/aprendizagem das ciências e da sua importância para o sucesso da aprendizagem. Com base no conceito de enquadramento, estabeleceu-se uma escala de quatro graus onde os valores extremos correspondem a situações, com um enquadramento muito forte (E^{++}), em que o professor explicita os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficas e a relação entre a metaciência e o ensino das ciências (critérios muito explícitos), e a situações (no extremo oposto da escala), com um enquadramento muito fraco (E^{-}), em que o professor deixa os critérios implícitos.

A Tabela 3.20 apresenta um excerto do instrumento de análise do grau de explicitação da metaciência (Apêndice 7.4) para o indicador “exploração/discussão dos assuntos”. Em alguns excertos de texto, quando a unidade de análise contemplava mais do que uma dimensão metacientífica, foi possível analisar o grau de explicitação da metaciência para cada uma delas. Apresentam-se a seguir excertos de aula exemplificando unidades de análise classificadas em função deste instrumento.

Tabela 3.20

Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades).

Indicador	E^{++}	E^{+}	E^{-}	E^{-}
Exploração/discussão dos assuntos	O professor torna muito claros os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor torna claros os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor deixa pouco claros os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor não clarifica, ou clarifica de forma incorreta, os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.

[18] {No âmbito de uma discussão sobre os trabalhos de Priestley e Ingenhousz}
 E^{++} *Professor* – [...] em que momentos dos relatos apresentados nos textos D e E, é que
 (DF) consideram que o trabalho conduzido pelos cientistas [...] se refletiu em observações

- feitas com rigor, na sequência de experiências em que houve controlo de variáveis? [...] Ou seja, efetivamente, como já tínhamos visto ali com algumas colegas, ele sentiu necessidade de repetir as experiências por diversas vezes, com que objetivo?
Clara – Para verificar se era igual.
E – Para verificar se os resultados se...
Professor – No sentido de validar os resultados que ia obtendo e as conclusões a que ia chegando [...]. [Aula 5, UA 62]
- [19] {Durante a discussão sobre a conceção multidimensional de ciência, atividade 10}
Sara – Também disse que é através de pesquisas da comunidade científica que se fazem afirmações sobre determinadas áreas.
 E⁻ (DSI) *Professor* – Refere-se ali à comunidade científica...
Sara – Sociológica.
Professor – Eventualmente a dimensão sociológica interna [...] E em que medida é que é feita essa partilha?
E – Isso já não coloquei. Mas pode ser exemplos que nós vimos; documentários... [...] Aquele que o professor referiu, em França [...]. Deu nas notícias, veio no jornal normal. Isso é uma maneira que partilhar com a comunidade em geral. [...]
Professor – O CERN?
Teresa – Por exemplo! Falou-se nas notícias; na televisão.
Professor – Sim, mas aí está a referir-se a quê?
 E⁺ (DSE) *E* – É uma maneira deles partilharem o que estão a fazer, as experiências, connosco, que somos a comunidade em geral. Não?
Professor – Sim, [...] a questão do próprio desenvolvimento tecnológico, veio permitir outro tipo de observações e esse desenvolvimento tecnológico está, [...] relacionado com o financiamento que os próprios cientistas têm para realizarem a investigação. [...] [Aula 8, UA92]
- [20] *Professor* – Vamos para a 6^a e última, de Alexandre Quintanilha. “A ciência não é fácil. É competitiva; [...]”. Onde consideraram a dimensão psicológica? [...]
E – Aí está a dizer que tem que haver certas características.
ES – Fala do mistério.
 E⁺ (DP) *P* – Aponta um bocado para a curiosidade, e nessa medida tem a dimensão psicológica. [...]
Filipa – Quando ele se refere também à fronteira entre o conhecido e o desconhecido e perceber como é que... também remete para a filosófica!
Professor – [...]. Eventualmente, poderemos considerar que a dimensão filosófica também poderá estar aqui presente. Concordam com a Filipa?
ES – Quando fala no conhecimento do mundo é filosófica.
 E⁻ (DF, DH) *E* – E histórica?
Professor – Histórica onde é que vê?
E – Há uma evolução no tempo.
Professor – Mas aí [...] era o que a Filipa estava a referir; estamos a falar do objeto. Mais do objeto de estudo da ciência, não é? Do conhecimento científico. Sim?! [Aula 4, UA50]

O excerto [18] foi classificado como E⁺⁺ para a dimensão filosófica (DF) porque, o professor, na sequência das respostas dos estudantes apresenta, claramente, o conhecimento metacientífico específico sobre a importância da repetida testagem e validação das ideias e explicações científicas para a construção do conhecimento; o excerto [19] foi classificado como E⁻ para a dimensão sociológica interna (DSI) já que o professor deixa pouco claros os conhecimentos relativos à colaboração dos cientistas e à divulgação dos resultados das pesquisas para a comunidade científica. Neste caso, a unidade de onde se extraiu o excerto também permitiu classificar aspetos relativos à dimensão sociológica externa (DSE), pois o professor continua a exploração do assunto clarificando as inter-relações da tecnologia com

a sociedade ao evidenciar a necessidade de financiamento para o desenvolvimento tecnológico (E^+); o excerto [20] mostra uma situação em que o professor, tendo deixando claros aspetos relativos à dimensão psicológica (E^+) não esclarece o aspeto da evolução temporal do conhecimento relacionado com a dimensão histórica para corrigir a resposta da estudante, desenquadrada da discussão, e introduz um aspeto sobre a dimensão filosófica, referido por outra estudante e igualmente deslocado do foco da discussão, acabando por clarificar de forma incorreta os aspetos referidos pelas estudantes. Por isso, nesta unidade de análise classificaram-se, também, os excertos relativos às dimensões histórica e filosófica como tendo um enquadramento fraco (E^-).

A Tabela 3.21 apresenta um excerto do instrumento de análise do grau de explicitação da relação entre a metaciência e o ensino das ciências (Apêndice 7.5) para o indicador “elaboração de sínteses”. A seguir apresentam-se excertos de aula exemplificando unidades de análise classificadas em função deste instrumento.

Tabela 3.21

Excerto do instrumento de análise do grau de explicitação da relação entre a metaciência e o ensino das ciências.

Indicador	E^{++}	E^+	E^-	E^{--}
Elaboração de sínteses	O professor, em conjunto com os estudantes, elabora sínteses muito explícitas, ilustradas/exemplificadas, quanto ao significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou quanto à importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor elabora sínteses explícitas e genericamente ilustradas/exemplificadas, quanto ao significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou quanto à importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor elabora sínteses pouco explícitas, quanto ao significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou quanto à importância para o sucesso da aprendizagem científica dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor não elabora sínteses ou fá-lo com ideias confusas/incorretas sobre o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.

E^{++} Não foi encontrada nenhuma UA representativa deste valor⁸².

[21] {Síntese da atividade 12}

E^+ *Professor* – [...] este debate em torno do ensino das ciências e relativo às aprendizagens científicas que é suposto as crianças realizarem ao nível da escolaridade básica, [...] já vem de há muito tempo [...]. Como já vimos há pouco, [...] contribuirmos para a formação de

⁸² Esta situação verificou-se para todas as unidades de análise classificadas em cada um dos indicadores.

cidadãos participativos, que tenham uma palavra a dizer quando chamados a pronunciarem-se sobre determinadas questões sociocientíficas e permitir entender a importância das relações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia e sociedade. [Aula 10, UA 114].

- [22] {Síntese da atividade 12}
 E⁻ *Professor* – [...] E a dimensão histórica, ao nível do ensino das ciências?
 (DH) *E1* – Sim, eles {alunos} podem analisar as teorias que já existem, [...] *Professor* – E terem oportunidade de perceber a forma como, ao longo de diferentes períodos da história, determinadas teorias foram sendo, em determinados momentos, abolidas para termos outras teorias em vigor. Um exemplo? Que poderá ser abordado, a este nível, em sala de aula.
E1 – Da dimensão histórica?
Professor – Não, uma teoria que tenha sido abolida num determinado momento, fruto de novas interpretações. [...] *E2* – Geocêntrica.
Professor – Ou ao contrário? A teoria geocêntrica abolida em favor da teoria heliocêntrica. É um exemplo. [Aula 10, UA 115].
- [23] *Professor* – Nós não temos que, neste momento, definir, com exatidão, quais é que são as razões que nós encontramos com base nos textos, [...]. Eu estive também a analisar [...] o preenchimento que nós fizemos da tabela {atividade 1}, encontrei algumas afirmações que nós aqui tínhamos colocado e alguns indicadores em que poderão residir dois argumentos de natureza diversa, relativamente àqueles apresentados pela autora. Tive o cuidado também de preencher, à medida que fui analisando os vossos contributos no fórum... {P coloca a tabela no tópico correspondente à atividade 1} [...]. [Aula 2, UA 20].
 E⁻
 (DM_{amb})

O excerto [21] evidencia uma situação em que o professor elabora uma síntese explícita e genericamente exemplificada quanto ao significado do estudo e debate de questões sociocientíficas na aprendizagem, tendo em vista contribuir para a formação de cidadãos participativos, intervenientes no debate público sobre “questões sociocientíficas”, capazes de “reconhecer o significado das influências recíprocas do conhecimento científico e tecnológico com a sociedade” (dimensão sociológica exxterna).

O excerto [22] ilustra uma situação classificada como tendo um enquadramento fraco (E⁻), porque o professor, na síntese, é pouco explícito, quanto à importância para o sucesso da aprendizagem dos conhecimentos metacientíficos, porque gera alguma confusão nos exemplos sugeridos pelos estudantes ora rejeitando, ora repetindo o exemplo apresentado (neste caso, a teoria geocêntrica é realmente um exemplo relativo à mudança das teorias em ciência, ilustrativo de uma perspectiva essencial da dimensão histórica) sem especificar os novos dados que conduziram ao abandono (o termo “abolida” é pouco adequado neste contexto) desta teoria; o excerto [23] foi escolhido como representativo da ausência de explicitação entre os dois tipos de conhecimentos, ou seja, a um enquadramento muito fraco (E⁻). O professor, apesar de ter referido genericamente a relação entre aspetos associados às dimensões metacientíficas e conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências (esbatendo as fronteiras entre os dois tipos de conhecimentos), deixou ambíguas essas

referências no final da discussão do assunto com os estudantes, originando uma situação de aprendizagem em que não ocorreu nenhuma síntese sobre o significado da abordagem dos conhecimentos nem das capacidades metacientíficos, no ensino/aprendizagem das ciências.

Relação professor-estudantes – Regras discursivas: Ritmagem

Na construção do instrumento destinado a analisar a relação entre o professor e os estudantes quanto à regra discursiva ritmagem (Apêndice 7.6), usou-se o conceito de enquadramento para apreciar o grau de controlo do professor e do estudante no que se refere ao tempo de aprendizagem. Para tal foi concebida uma escala de quatro graus de enquadramento (de muito fraco a muito forte), idêntica para cada um dos indicadores, em que os descritores correspondem a especificações empíricas em função do significado teórico atribuído a cada grau. Assim, quando o professor tem o controlo da relação, o enquadramento é muito forte ou forte (E^{++} ou E^+) e, quando é dado mais controlo ao estudante, o enquadramento é fraco ou muito fraco (E^- ou E^{--}). A Tabela 3.22 mostra um excerto do instrumento para o indicador “elaboração de sínteses” e exemplos de unidades de análise para diferentes graus de enquadramento.

Tabela 3.22

Excerto do instrumento de análise da regra discursiva ritmagem.

Indicador	E^{++}	E^+	E^-	E^{--}
Elaboração de sínteses	O professor faz as sínteses, sem dar tempo para os estudantes colocarem dúvidas. <i>Ou</i> O professor não proporciona momentos de síntese para sistematizar ideias previamente exploradas, e/ou para clarificar dúvidas dos estudantes.	O professor faz as sínteses e, perante dúvidas dos estudantes, responde de imediato.	O professor faz as sínteses, dando algum tempo para esclarecer dúvidas dos estudantes.	O professor faz as sínteses, em diálogo com os estudantes, tendo em conta todas as suas dúvidas.

- [24] {Durante a síntese da atividade 12}
 E^{++} *Professor* – [...] voltar a equacionar algumas situações relacionadas com as perspetivas do ensino das ciências, mais centradas no 1.º ciclo. {Inicia o PowerPoint} Portanto, este debate em torno do ensino das ciências e relativo às aprendizagens científicas que é suposto as crianças realizarem ao nível da escolaridade básica, [...] é uma discussão que não é atual e podemos centrar-nos em meados do séc. XX, uma altura que ficou muito marcada, [...] devido a um determinado momento em que a ex-União Soviética, a URSS, lançou o 1.º satélite [...] numa altura em que se vivia a Guerra Fria, acabou por motivar uma grande discussão nos EUA que se tinham sentido ultrapassados, em termos de desenvolvimento tecnológico, por parte da União Soviética. Isso levou a reformas curriculares [...] fruto do questionamento que ocorreu na sociedade americana,

relativamente à preparação científica que estavam a fornecer aos seus alunos. [...]. [Aula 10, UA 114]

- [25] {Durante a síntese da atividade 6}
 E⁺ *Professor* – Como estamos a ver, no problema formulado, nós tínhamos uma relação entre o quê? Entre a variável independente em situação de estudo, que era o quê? A temperatura, o que ele ia mudar e a variável dependente que era o quê? [...] o número de frutos, dados pelos tomateiros.
 E – Eu não percebi qual é a variável dependente.
Professor – Então a variável era o número de frutos dados pelos tomateiros. [Aula 5, UA 70]
- [26] {Durante a síntese da atividade 10}
 E⁻ *Professor* – {P dirige-se à turma}. Relativamente ao esquema das dimensões da construção da ciência [...], será que há alguns dos campos em que ainda falta alguma informação? [...]. Então vamos lá rapidamente, em dois minutinhos, completar aquilo que falta. [...]
Professor – Rápido! Qual é que falta? {P dirige-se a um E}
 E – {Lendo a partir do que registou no esquema das DCC} Dimensão sociológica externa e este...
Professor – Então?! Dimensão sociológica externa?!
 E – Eu tenho financiamento do Estado, pois. Ligação entre isto {impercetível}
Professor – Será? Será que é dimensão sociológica externa? [...]
 E – A evolução está relacionada com a história!
Professor – Em diferentes períodos históricos, sim. [...]. Dá-me licença Sónia? E aqui faltava qual?
 Sónia – A histórica.
Professor – Vá! Vamos lá então pensar um bocadinho. Quais é que são os aspetos que poderá incorporar na dimensão histórica?
 Sónia – A evolução...
Professor – A evolução de quê? Vamos lá rapidamente incorporar alguma coisa em todas.
 [Aula 8, UA 93]
- E⁻ Não foi encontrada nenhuma UA representativa deste valor para o caso deste indicador.

A primeira unidade de análise (excerto [24]) evidencia uma situação em que o professor faz as sínteses sem dar tempo aos estudantes para colocarem dúvidas e, por isso, foi classificada como possuindo um enquadramento muito forte (E⁺⁺), já que o controlo pertence ao professor e o tempo de realização da síntese é marcado por ele; a segunda ilustra um excerto de texto [25] classificado como tendo um enquadramento forte (E⁺), porque o professor, perante as dúvidas dos estudantes, responde de imediato; a terceira unidade de análise foi escolhida por representar uma situação (excerto [26]) em que é dado algum controlo aos estudantes, porque durante a elaboração da síntese o professor dá tempo para esclarecer as dúvidas, o que corresponde a um enquadramento fraco (E⁻).

Relação professor-estudantes – Regras hierárquicas

Ainda ao nível da caracterização da relação professor-estudantes, construiu-se um outro instrumento, com uma escala de quatro graus de enquadramento, destinado à análise das regras hierárquicas (Apêndice 7.7). Dada a natureza das relações citadas, foi necessário definir alguns indicadores de análise específicos: “relação de comunicação”, “perguntas/afirmações dos estudantes”, “respostas dos estudantes” e “modo de relacionamento”. Porém, de acordo com as opções tomadas, manteve-se um dos indicadores

usados no estudo de todas as outras características da prática pedagógica: “intervenções dos estudantes com incorreções”⁸³. Os descritores, enunciados para cada um dos indicadores, procuraram especificar as seguintes situações: um enquadramento muito forte (E⁺⁺) evidencia uma forma de comunicação com elevado controlo por parte do professor, o que significa, por exemplo, que o professor polariza o discurso originando uma relação vertical e unidirecional de comunicação ou não corrige as intervenções dos estudantes. Um enquadramento muito fraco (E⁻) caracteriza situações em que, retomando os exemplos anteriores, os estudantes já têm algum controlo sobre a relação: o professor promove uma permanente interação com os estudantes, originando uma relação do tipo horizontal, ou promove um diálogo com a turma no sentido de construir respostas corretas face a intervenções dos estudantes com incorreções. Na Tabela 3.23 apresenta-se um excerto do instrumento, para o indicador “relação de comunicação” e exemplos de unidades de análise para os quatro graus de enquadramento.

Tabela 3.23

Excerto do instrumento de análise das regras hierárquicas (professor-estudantes).

Indicador	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁻⁻
Relação de comunicação	O discurso é polarizado pelo professor, originando uma relação vertical e unidirecional de comunicação.	O professor privilegia uma relação vertical e unidirecional permitindo interações pontuais entre si e os estudantes.	O professor promove a interação com os estudantes, tanto no sentido ascendente, como descendente.	O professor promove a interação com os estudantes, originando uma relação de tipo horizontal.

[27] E⁺⁺ {P comenta as respostas que os estudantes deram ao fórum de discussão da atividade 2 - interpretação das afirmações de alguns investigadores sobre o que é a ciência?}

Professor – Relativamente à segunda afirmação, “Durante o processo de desenvolvimento tecnológico, os grupos que trabalham numa tecnologia têm igualmente de se pôr à prova a si mesmos, mostrar continuamente a sua capacidade ao público [...]”. Das afirmações que fizeram e dos vossos contributos para o fórum, efetivamente consegui extrair aqui algumas situações que vão ao encontro da afirmação que foi feita. Refere-se a necessidade de um grupo que se muna de recursos, que façam a diferença..., portanto aqui a necessidade e as características que os grupos de investigação têm que ter no sentido de se diferenciarem, tendo em vista a produção do conhecimento científico e o desenvolvimento da ciência. [...]. [Aula 3, UA 27]

[28] E⁺ *Professor* – Muito bem, recordam-se que eu vos tinha enviado... para nós sistematizarmos também alguns dos temas abordados na última aula ... um texto referente à atividade 7?

Professor – Fizeram a leitura como eu referi?

⁸³ Neste caso só foram consideradas as situações em que os estudantes intervinham com incorreções porque as intervenções, em geral, já estavam naturalmente contempladas nas respostas, perguntas e afirmações e o modo como o professor reagia às incorreções dos estudantes foi considerado relevante para a análise da forma de comunicação.

- ES* – Sim [...] Não percebemos bem ...
Professor – Já vamos discutir essas questões. [Aula 6, UA 71]
- [29] {Sistematização das perspectivas relativas às dimensões metacientíficas durante a atividade 8}
 E⁻ *Professor* – Diga Rui.
Rui – O reconhecimento pela sociedade, pelo Governo, ...
Professor – Onde é que estará?
Rui -Aqui estamos a falar da DSE ...
Professor – Oh Rui, reconhecimento pela sociedade porque se nos formos referir ao reconhecimento pelos pares, aqui estaríamos onde?
ES – Aí já é interna...a sociológica interna.
Professor – Vamos seguir ... diga Clara.
Clara – As notícias que aparecem nos jornais relativas ao conhecimento científico, pode-se incluir...
Professor – As notícias sobre o conhecimento científico, tal como o nome indica, remetem-nos para que dimensão?
Clara – Eu diria sociológica externa. [...]. [Aula 6, UA 77]
- [30] {Durante uma sessão de orientação tutória (OT), P interpela um estudante sobre a atividade investigativa a planear}
 E⁻ *Professor* – Quer promover efeitos na variação da temperatura, quer promover alterações na temperatura...
E1 – Sim.
Professor – Então o que é que pensa mudar? Pensa mudar a temperatura. E observar os efeitos da alteração da temperatura em quê? Diga! Podemos contribuir! Podemos ajudar as colegas!
E2 – Nos vários estados {físicos da água}!
E3 – A variação da água vai mudar o estado, logo vai provocar, entre aspas, aquilo que [...] o que é que o calor, por exemplo, vai fazer num cubo de gelo.
E2 – Por exemplo, aí também se pode verificar outra coisa. Também se o cubo aumenta ou não {de volume} [...] eles, se calhar, podem pensar que em estado líquido é maior ou em estado... [...]. [Sessão de OT, UA 116]

O excerto [27] da primeira unidade de análise evidencia uma situação em que o professor comenta as respostas dos estudantes sem os questionar sobre os fundamentos que justificavam as ideias expostas, o que se traduz num enquadramento muito forte (E⁺⁺), já que o controlo pertence inteiramente ao professor; o segundo excerto [28] ilustra uma situação classificada como tendo um enquadramento forte (E⁺), porque o professor permite interações pontuais com os estudantes, neste caso, assegurando que irão voltar ao assunto que causa dúvidas a alguns estudantes; o excerto [29] da terceira unidade de análise foi escolhido por representar uma situação em que o professor promove a interação com os estudantes, no sentido ascendente e descendente, correspondendo, assim, a um enquadramento fraco (E⁻); finalmente, o excerto [30] evidencia uma ocorrência representativa de um enquadramento muito fraco (E^{- -}) quando há uma interação entre o professor e os estudantes e entre estudantes, dando lugar a uma comunicação horizontal.

4.3.2. Procedimentos metodológicos de organização e análise dos dados

Os dados para caracterizar a modalidade de prática pedagógica implementada no contexto de formação, recolhidos com base na observação de aulas e sessões de apoio ao trabalho dos estudantes, possibilitaram uma análise aprofundada da recontextualização da mensagem contida no discurso pedagógico presente nos materiais curriculares. Todas as unidades de análise, delimitadas a partir das transcrições de todas as aulas e sessões de trabalho, a que se juntaram as notas de campo da investigadora, foram numeradas sequencialmente e associadas a cada um dos indicadores referidos, visando a sua apreciação posterior. No final contabilizaram-se 135 unidades de análise suscetíveis de apreciação da prática pedagógica. No total, 78,5% das unidades revelaram-se úteis para a interpretação das características da prática (classificáveis) e 21,5% não classificáveis. Destas, a maior parte (65,5%) corresponde às perspectivas de ensino, ou seja, a 15,2% do total das unidades, excluindo as organizativas e as interações pontuais.

Após a aplicação dos vários instrumentos a cada uma das unidades de análise classificáveis, procedeu-se à análise das várias características em estudo. Cada unidade foi classificada com um grau correspondente a cada uma das características, sendo que, para algumas unidades, dada a extensão do texto, puderam considerar-se dois ou mais graus, sendo todos contabilizados. Tal ocorreu, com frequência, na análise das regras hierárquicas (contexto regulador) em que se puderam apreciar atitudes distintas numa mesma unidade. O exemplo ilustrado pelo excerto [28]) evidencia uma situação classificada com enquadramento forte (E^+). Nessa mesma unidade de análise, seguiu-se uma situação de enquadramento muito fraco (E^-) em que o professor promove a participação dos estudantes originando uma relação de tipo horizontal (excerto [31]):

- [31] *Teresa* – É muita coisa... não consegui perceber bem...
Professor – Vamos então interpretar o esquema em conjunto, *Teresa*. Os cientistas recolhem informações observáveis e não observáveis {aponta para o esquema da atividade 7} e depois o que fazem com essas observações?
 (E^-) *Teresa* – Tentam estabelecer relações lógicas entre elas e fazer padrões de dados.
Professor – Muito bem, tentam estabelecer relações lógicas entre os dados obtidos e estabelecer padrões, regularidades entre os dados, para enunciarem as teorias científicas. E depois?
Teresa – Enunciam teorias científicas que podem ser aceites... por isso é que a setinha {aponta para o esquema onde está representado o *feedback* racional por uma seta} volta para trás. E depois podem dar origem a novas teorias.
Professor – Quando é que pode haver novas teorias?
Sofia – Quando encontram novos dados que não tem explicação... é como está a seta que vai no outro sentido...
Professor – Que sentido é esse? A seta vai em que direção?
ES – Da compreensão científica...
Outros ES – Da construção do conhecimento científico. [...]. [Aula 6, UA 71]

De referir, ainda, que se consideraram dois ou mais indicadores na mesma unidade, sempre que o significado da mensagem, na sequência do texto, possibilitava a inclusão de um outro indicador, intercalando os excertos de texto em análise. Este caso é ilustrado pelo excerto [32], quando se consideram os indicadores “relação de comunicação” (RC) e “respostas dos estudantes” (RE), numa situação em que o professor questiona uma estudante sobre o problema que pretende investigar, no âmbito do trabalho de avaliação final, apela aos colegas para colaborarem na discussão, gerando uma situação intercalar de comunicação do tipo horizontal (E^-). Na sequência das interações o professor usa as respostas de outro estudante, mas dá imediatamente uma explicação sobre o assunto o que corresponde a um enquadramento forte (E^+) na relação professor-estudantes.

- [32] *Professor* – [...] Qual é que é o seu problema de investigação? O que é que quer investigar?
 [RE] *Sofia* – Quais são os efeitos da temperatura... {mudanças de estado físico da água} [...]
 (E^+) *Professor* – Quer promover efeitos na variação da temperatura, ...
Sofia – Sim.
Professor – Então o que é que pensa mudar? Pensa mudar a temperatura. E observar os efeitos da alteração da temperatura em quê? Diga {P dirige-se a uma estudante que colocou o braço no ar}! Podemos contribuir! Podemos ajudar as colegas! [...]
 [RC] (E^-) *Professor* – [...] Varia de volume quando muda de estado físico. Como é que a Clara podia investigar aquele problema?
Clara – A água em estado líquido é fácil de verificar.
Professor – E depois o que é que teríamos de fazer?
Clara – Comparar o volume com [...] neste caso, com o cubo de gelo.
Professor – Quando aquela amostra de água solidificasse, teríamos de ir...?
 [RE] (E^+) *Sofia* – Medir.
Professor – Por exemplo. Ou seja, veja como é que a Clara demarcou muito bem as variáveis!
Clara – Então, mas eu nem sequer estou a pensar em ...
Professor – Claro que não! Mas eu aproveitei porque formulou uma questão! Levantou um problema! É para ajudar a Sofia a focar-se agora um pouco... [Sessão de OT, UA 116].

Um caso que mereceu um procedimento baseado num outro critério específico foi a análise dos excertos que correspondiam às interações do professor com diferentes grupos de trabalho, durante a realização de uma determinada atividade e durante as sessões de orientação tutória. Tendo-se verificado que as interações discursivas e as atitudes/comportamentos do professor eram tendencialmente idênticas no apoio que prestava a cada grupo de estudantes, as ocorrências situadas em cada grupo de trabalho (subunidades de análise), relacionadas com qualquer um dos indicadores, foram todas classificadas. No final, para cada um dos indicadores, a unidade de análise foi classificada apenas com os valores comuns encontrados no conjunto das classificações das ocorrências de todas as interações.

Na aplicação do conjunto de instrumentos tiveram-se em conta os critérios relacionados com as características específicas da prática pedagógica em estudo e as orientações subjacentes à conceção do plano de formação (ponto 4.2.1), visando uma maior consistência do processo analítico. Por exemplo, em relação às características “relação intradisciplinar entre metaciência e ensino das ciências” e grau de explicitação dessa relação, usou-se o seguinte critério: a classificação da explicitação da metaciência em termos do ensino das ciências foi considerada apenas quando a classificação da relação intradisciplinar entre esses dois tipos de conhecimento era fraca ou muito fraca (C⁻ e C⁻⁺).

A classificação de todas as unidades de análise pela investigadora foi validada por outra investigadora, tal como preconizado por Teddlie e Tashakkori (2009). Na comparação das classificações atribuídas pelas duas investigadoras, verificou-se existir, inicialmente, um desvio de cerca de 11% em um terço dos excertos classificados para o conjunto das unidades de análise. Procedeu-se, então, a uma revisão conjunta desses desvios, em que foram aferidos novamente os critérios de classificação decorrentes das sucessivas adaptações dos descritores dos instrumentos aos dados empíricos. A investigadora procedeu à reanálise desses excertos e à classificação dos dois terços restantes. Novamente comparadas as classificações atribuídas pelas duas investigadoras, o desvio reduziu-se para 5,1%, revelando uma consistência progressivamente maior no processo de validação. Finalmente, a investigadora procedeu à reanálise de todos os excertos classificados, tendo em conta os critérios aferidos em conjunto.

Após a classificação de todas as unidades de análise, os dados foram organizados em tabelas (Apêndice 8), possibilitando a apreciação das tendências verificadas para cada uma das características em estudo. Em relação a *o que* metacientífico, os dados resultantes da análise foram organizados, por indicador, para todas as aulas e sessões de trabalho, e registados numa tabela (Apêndice 8.1), onde se especificam os níveis e as perspetivas relativas a cada dimensão metacientífica (conhecimentos e/ou capacidades). Para as relações em estudo na análise de *o como*, os dados apurados foram organizados em duas tabelas expressando: (1) as relações entre discursos (Apêndice 8.2); e (2) as relações entre sujeitos (Apêndice 8.3).

A partir das tendências expressas nestas tabelas caracterizaram-se as mensagens relativas aos contextos intrucional e regulador da prática pedagógica, tendo em conta cada uma das características estudadas quanto a *o que* (conhecimentos e capacidades

metacientíficos) e quanto a *o como* (relações entre discursos e relações entre sujeitos) do ensino/aprendizagem.

4.4. Análise do desempenho dos estudantes

A presente secção, orientada pelo objetivo de “Analisar a evolução das concepções dos estudantes, tendo em conta o seu desempenho global no contexto da formação recebida”, dedica-se à descrição, conceptualização e discussão dos procedimentos analíticos utilizados para caracterizar o desempenho dos estudantes envolvidos na formação. O desempenho dos estudantes foi analisado através das: (1) aprendizagens relativas à compreensão da metaciência, em termos da diversidade e abrangência dos conhecimentos e capacidades associados às dimensões metacientíficas, apreciadas através do teste e do relatório do trabalho de avaliação final; (2) aprendizagens sobre o ensino das ciências, relativas à compreensão da importância da abordagem da metaciência para o ensino/aprendizagem das ciências, apreciadas através do teste e do relatório do trabalho de avaliação final, e também em termos da orientação específica de codificação e das disposições socioafetivas para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências, no 1.º ciclo do ensino básico; e (3) evolução das concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências, apreciada através das respostas aos questionários antes e após a formação⁸⁴. O recurso a estas diferentes fontes de dados, complementares entre si, procurou garantir a validade das interpretações (triangulação), conforme se discutiu e justificou no enquadramento teórico da metodologia do estudo (ponto 2).

4.4.1. Conceção e aplicação do teste e do trabalho de avaliação final

Os documentos usados para avaliar as aprendizagens relacionadas com a metaciência e com o ensino das ciências (teste sumativo e relatórios dos trabalhos de avaliação final) foram analisados em relação às mesmas características: (1) *o que*, incidindo em cada uma das dimensões metacientíficas; e (2) *o como* por referência às relações intradisciplinares entre conhecimentos metacientíficos e científicos e entre conhecimentos metacientíficos e

⁸⁴ O questionário aplicado após a formação foi o mesmo que o que tinha sido utilizado para identificar as concepções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências antes da formação. A parte I do questionário, usada para a caracterização da amostra foi eliminada nesta segunda aplicação. Todos os outros procedimentos de aplicação, codificação e análise dos dados foram realizados de um modo em tudo semelhante ao descrito (*cf.*, ponto 3.2).

conhecimentos sobre o ensino das ciências, no âmbito do processo de ensino/aprendizagem. Esta opção procurou garantir que as análises dos documentos de avaliação tivessem a mesma base conceptual e a possibilidade de serem igualmente válidas, relativamente ao texto a ser apreendido pelos estudantes no contexto de formação. Para proceder às análises referidas, recolheram-se os materiais corrigidos e/ou classificados pelo professor, mais precisamente, os testes sumativos em fotocópias e os relatórios dos trabalhos de aplicação, em suporte digital. Para efeitos da análise foram considerados os 25 estudantes que no final do semestre tinham cumprido as condições de frequência e avaliação.

Teste sumativo

A partir do modelo do teste aplicado no decurso da análise exploratória (pilotagem) do plano de formação, no ano letivo de 2010/11, construiu-se a versão definitiva a aplicar na turma envolvida no estudo. Para além das modificações no enunciado do teste necessárias à contextualização dos assuntos sobre os quais incidiam as questões, introduziram-se pequenas alterações na proposta de correção, visando torná-la o mais clara possível para o professor, ou seja, explicitando os critérios de avaliação de modo a garantir a consistência das classificações atribuídas a cada resposta.

O teste aplicado aos estudantes intervenientes no estudo (Apêndice 6.2) foi estruturado em duas partes com a cotação global de vinte valores, incluindo questões relacionadas com os dois módulos que compõem a unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio* (Ciências Sociais – Módulo I e Ciências da Natureza – Módulo II). Na Tabela 3.24 apresenta-se a estrutura e a organização geral do teste.

Tabela 3.24

Estrutura e organização do teste sumativo de Introdução à Didática do Estudo do Meio.

Módulos	Questão	Características em estudo	Cotação (valores)	
			Parcial	Total
I - CS (40%)	-	-	-	8 (100%)
II - CN (60%)	1	MC-EC	1,5	9,5 (79%)
	2.1	MC (Co e Ca)	1,5	
	2.2	MC-EC	1,5	
	3.1	MC (Co e Ca)	1,5	
	3.2	MC-C	2	
	3.3	MC-EC	1,5	
	4.1	Perspetivas de ensino das ciências	1	2,5
	4.2		1,5	(21%)
			12	100%

Fonte: Apêndice 6.2.

Das oito questões que integraram o Módulo II (Ciências da Natureza) do teste, duas destinavam-se a avaliar as aprendizagens sobre as perspectivas de ensino das ciências (Questões 4.1 e 4.2) e seis tinham por objetivo avaliar as aprendizagens relacionadas com a metaciência: (1) quanto à compreensão do significado dos conhecimentos e das capacidades associados às dimensões metacientíficas (Questões 2.1 e 3.1); (2) relativamente à relevância do ensino das ciências e à importância/vantagem de explorar a relação entre metaciência e o ensino das ciências, no âmbito do ensino/aprendizagem das ciências para alunos do 1º ciclo do ensino básico (Questões 1, 2.2 e 3.3); e (3) quanto à compreensão do significado da relação entre metaciência e ciência (Questão 3.2).

No total da pontuação atribuída às oito questões deste módulo, cerca de 79% (9,5 valores) correspondiam às aprendizagens sobre a metaciência e o ensino da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico.

O teste foi aplicado pelo professor, na presença da investigadora, a todos os estudantes, no final do semestre letivo em que decorreu a formação (11 de junho de 2012)⁸⁵. As respostas dos testes foram classificadas pelo professor e validadas pela investigadora de acordo com a proposta de correção integrada no *Guia do professor* (Apêndice 6.2). Os exemplares corrigidos foram entregues à investigadora, juntamente com a pauta das cotações dos testes de todos os estudantes.

Como, para o presente estudo, apenas interessavam as respostas ao teste relacionadas com a metaciência, a análise feita pela investigadora incidiu sobre as respostas às questões numeradas de 1 a 3.3 (Tabela 3.24), contabilizadas através da sua classificação respetiva. A título ilustrativo, apresentam-se alguns excertos de respostas⁸⁶ dos estudantes, a questões relacionadas com a metaciência e com a relação entre metaciência e ciência e o modo como se cotaram. Quanto à compreensão do significado dos conhecimentos e das capacidades associados às dimensões metacientíficas, por exemplo, na questão 3.1, solicitava-se a identificação das dimensões metacientíficas (filosófica, histórica, sociológica interna e externa), em termos de conhecimentos, presentes no discurso proferido por Fleming quando recebeu o Prémio Nobel da Fisiologia ou Medicina. Alguns estudantes, como é o caso de Sofia, responderam corretamente à questão (excerto [33]), obtendo a cotação total. Outros,

⁸⁵ De acordo com as orientações do Processo de Bolonha, as horas destinadas à avaliação integram a componente de trabalho autónomo (cf. Programa de *Introdução à Didática do Estudo do Meio*, Apêndice 6.1), pelo que o teste foi realizado numa sessão extra, posterior à conclusão de todas as aulas presenciais.

⁸⁶ As transcrições das respostas dos estudantes são tal e qual (*sic*) as que constam dos testes.

como Raquel, obtiveram uma cotação parcial por darem respostas incompletas e/ou focarem erradamente os conhecimentos relacionados com uma das dimensões metacientíficas referidas na resposta (excerto [34]) da estudante que associa a afirmação “no que diz respeito à forma como Fleming procedeu à experiência” a uma perspetiva da dimensão psicológica quando, na realidade, está a referir-se à metodologia do trabalho científico, uma perspetiva da dimensão filosófica. A mesma estudante também identifica erradamente os destinatários das publicações de Fleming, afirmando ser o público (dimensão sociológica externa), quando se trata de publicações destinadas à comunidade científica, ou seja, um conhecimento associado à dimensão sociológica interna.

- [33] [...] identifico a dimensão filosófica quando o autor refere que esta investigação partiu da observação da realidade, recolheu informação, analisou e interpretou os dados recolhidos, testou e formulou hipóteses. Identifico a dimensão sociológica interna, quando este [Fleming] refere que comunicou os seus resultados; partilha e comunicação de informações. Identifico a dimensão histórica quando refere que inicialmente não foi dada grande importância às suas publicações, só passado dez anos [...] A dimensão sociológica externa: financiamento dos projetos “(...) algumas das maiores fábricas de penicilina, construídas a custos elevadíssimos (...)”. [resposta à questão 3.1, Sofia]
- [34] No excerto do discurso de Fleming estão identificadas algumas dimensões de construção da ciência, como: - Dimensão Filosófica, - Dimensão Psicológica, no que diz respeito à forma como Fleming procedeu à experiência, - Dimensão Sociológica externa, no que diz respeito à forma que o publicou para o público. [resposta à questão 3.1, Raquel]

No que diz respeito à questão que abordava a relação entre metaciência e ciência (questão 3.2), esperava-se que, a partir do excerto do discurso de Fleming, as respostas evidenciassem o significado desta relação, referindo o conhecimento produzido, a par do rigor dos procedimentos e da persistência de Fleming e colaboradores até à produção da penicilina e, ainda, o enorme impacto social deste novo tratamento das infeções bacterianas. Alguns estudantes, como por exemplo Fátima, responderam adequadamente abordando diversos destes aspetos, ilustrados no excerto [35], mas outros, como Antónia, deram respostas superficiais sem relação com o texto, evidenciadas no excerto [36].

- [35] [...], pois acidentalmente Fleming observou o que no futuro passou a ser um dos grandes passos na história da ciência. Fleming já tinha na sua “bagagem” alguns conhecimentos de ciência o que o ajudou a perceber que a sua descoberta podia ser útil para a medicina; a partir desta sua observação surgem hipóteses e questões a serem respondidas através da aplicação de testes em laboratórios que por sua vez chegam a novos resultados que são comprovados pela comunidade científica e que por fim são dados a conhecer no exterior [...]. [resposta à questão 3.2, Fátima].
- [36] O conhecimento científico forma-se a partir das experiências realizadas e quanto mais experiências se fazem mais o conhecimento científico aumenta, pois com a realização das experiências, vai-se aprendendo mais. [resposta à questão 3.2, Antónia].

Os resultados apurados para cada uma das questões do teste organizaram-se numa tabela (Apêndice 9.1⁸⁷), agregando as cotações das respostas, em função das características em estudo. A partir dos dados da tabela, calcularam-se, para cada estudante e para o conjunto dos estudantes, as percentagens relativas obtidas no total da componente do teste relativa à aprendizagem da metaciência e, dentro desta componente, as percentagens relativas a cada uma das características em estudo. Estes resultados percentuais permitiram categorizar as classificações totais e parciais (por característica analisada) obtidas por cada estudante, numa escala de quatro graus: grau 1 – de 0 a 24%; grau 2 – de 25 a 49%; grau 3 – de 50 a 74%; grau 4 – de 75 a 100%. Com os dados apurados construíram-se gráficos visando apreciar, globalmente, as aprendizagens dos estudantes relativamente às características em estudo.

Relatório sobre o trabalho de avaliação final

No relatório sobre o trabalho de avaliação final atrás descrito (Atividade 13, ponto 4.2.2) pretendia-se que os estudantes descrevessem a sequência das três atividades planificadas, incluindo a atividade experimental investigativa realizada por cada estudante (desenvolvimento do trabalho) e apresentassem uma reflexão final, focando as potencialidades da exploração das dimensões metacientíficas no contexto do ensino das ciências em aulas do 1.º ciclo do ensino básico.

Através da análise dos relatórios, entregues à investigadora em formato digital, procurou-se obter uma visão geral da importância que cada estudante atribuiu à metaciência em contexto de ensino das ciências, tal como solicitado no trabalho de avaliação final. Para isso, a análise dos textos incluídos em cada um dos relatórios, centrou-se na presença/ausência de uma referência explícita a cada uma das dimensões metacientíficas (em termos de conhecimentos e/ou de capacidades), na relevância atribuída à metaciência no ensino das ciências (em termos da relação explícita entre metaciência e ensino das ciências) e na referência à relação da metaciência com a ciência. A relação entre a metaciência (conhecimentos e/ou capacidades) e o conhecimento científico foi considerada presente sempre que os estudantes teciam considerações, ainda que genéricas, sobre as aprendizagens dos factos, dos conceitos e dos processos científicos, relacionando-as com perspetivas das dimensões metacientíficas. A presença da relação entre a metaciência e o ensino das ciências foi considerada sempre que os textos faziam referência à abordagem de conhecimentos e/ou

⁸⁷ Para facilitar a leitura dos dados, a tabela do Apêndice 9.1 reúne os resultados parciais e totais obtidos pelos estudantes em resposta às questões do teste, relativamente a cada uma das três características em estudo.

capacidades metacientíficas com os potenciais alunos a quem se destinavam as atividades planejadas.

Para ilustrar a forma como foram avaliadas, na análise dos relatórios, as referências à metaciência e à sua relação com o ensino das ciências apresentam-se alguns excertos. Por exemplo, no relatório de uma estudante, Sofia, cujo trabalho incidiu no estudo do som, a estudante enunciou como um dos objetivos da sequência de atividades “despertar o interesse pela Ciência e pelo trabalho dos Cientistas”. Na primeira atividade planejou pedir aos alunos que ajudassem o professor a resolver um desafio e, como mostra o excerto [37], incluiu algumas questões relativas ao trabalho dos cientistas para orientar a discussão onde pressupõe abordar as metodologias próprias do trabalho científico (dimensão filosófica), relacionando-as com a construção do conhecimento sobre o som (relação entre metaciência e ciência), no quadro do ensino/aprendizagem das ciências (relação entre metaciência e ensino das ciências).

- [37] O João tem um relógio/despertador que toda a noite faz toc-toc toc-toc e, assim, o menino não consegue dormir. Mas precisa de acordar, de manhã, com o som do despertador. Como é que o João pode resolver esta situação? O professor coloca algumas questões para explorar o conhecimento dos alunos e proporciona algum debate e previsões em torno da questão-problema: “Acham que é possível não ouvir o relógio, mas conseguir ouvir o seu respetivo despertador? Como? Porquê?”
“Imaginem que são cientistas, como fariam para resolver este problema?” [...] “Quais as fases que consideram importantes no desenvolvimento do trabalho dos Cientistas?”
Nesta última questão o professor deve levar as crianças a pensarem no modo como se estruturam as investigações dos Cientistas (Observação; previsões; recolha de dados; análise e interpretação de resultados; registos; e entre outros aspetos importantes). [Atividade 1, Sofia]

No caso do relatório de uma outra estudante, Rosa, constavam propostas de atividades sobre a variação das sombras em relação à distância que separa o objeto da fonte luminosa. Rosa planejou e construiu uma maquete, usando-a para estudar a variável, sem fazer uma referência explícita a nenhuma dimensão metacientífica. Contudo, na sua fundamentação, como ilustra o excerto [38], há uma referência sobre a relevância de explorar capacidades associadas às dimensões filosófica e sociológica externa no ensino das ciências.

- [38] [...] as atividades de investigação experimental permitem, às crianças, prepararem-se para uma sociedade cada vez mais científica e tecnológica, desenvolvendo a capacidade de refletir sobre um determinado aspeto, utilizando os argumentos de forma lógica e clara [...]. [Fundamentação, Rosa].

Os registos obtidos através da análise das características em estudo foram organizados numa tabela (Apêndice 9.2). No que diz respeito à inclusão das dimensões metacientíficas, assinalaram-se as referências às capacidades e/ou conhecimentos, relativos a cada uma das

dimensões presentes no relatório de cada estudante. Procedeu-se do mesmo modo em relação à presença ou ausência das relações intradisciplinares estudadas. A partir dos dados obtidos apreciou-se a tendência para a inclusão da metaciência no conjunto dos trabalhos de avaliação final.

4.4.2. Conceção e aplicação da entrevista

Em consonância com o objetivo de analisar o desempenho dos estudantes, realizou-se uma entrevista para recolher dados adicionais sobre as aprendizagens realizadas pelos estudantes quanto ao ensino explícito da metaciência em aulas do Estudo do Meio no 1.º ciclo do ensino básico e sobre o seu interesse/motivação para praticarem esta abordagem. A entrevista foi aplicada a todos os estudantes que tinham cumprido as condições de elegibilidade para o estudo, após a aplicação do programa de formação na disciplina de *Introdução à Didática do Estudo do Meio*. Nesta secção apresentam-se e discutem-se os procedimentos metodológicos subjacentes à conceção e aplicação da entrevista.

A entrevista, como instrumento de recolha de dados, permite o relacionamento mais estreito entre entrevistador e entrevistado, isto é, facilita a compreensão de algo realizado entre duas pessoas. Embora com limitações de acessibilidade e custos, sendo, habitualmente, realizada com um pequeno número de indivíduos, a entrevista proporciona maior flexibilidade na recolha de dados e possibilita: (1) obter informações de todos os indivíduos considerados “chave” para a investigação; (2) a repetição/reformulação das perguntas, contribuindo para a sua clareza; (3) a obtenção de informações mais precisas, podendo evidenciar eventuais dificuldades e discordâncias; e (4) a quantificação dos dados nos casos em que tal se revelar pertinente (Freixo, 2009; Gillham, 2004). Pelas razões apontadas, a entrevista foi considerada o método mais adequado para compreender em maior profundidade as ideias e representações dos estudantes sobre as conceções e interesses/motivações em estudo, recolhendo-se, assim, “dados descritivos na linguagem do próprio sujeito” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 134).

A entrevista realizada aos estudantes caracteriza-se como semiestruturada. Esta opção justifica-se porque, neste tipo de entrevistas, o investigador deve procurar estabelecer o compromisso entre os seus objetivos e as informações que pretende obter (correspondentes às características em análise previstas no presente estudo) e a necessidade de dar liberdade aos entrevistados para responderem às questões sem os direcionar excessivamente, de modo a não correr o risco de perder informação relevante. Alguns autores, como Gillham (2004),

chamam a atenção para as vantagens de se iniciar a entrevista por questões abertas, em que a resposta é deixada livremente ao critério do entrevistado, sem deixar de repetir/reformular algum aspeto que crie dúvidas sobre o conteúdo das afirmações (*probing*). O mesmo autor refere a necessidade de existir uma “ordem lógica” na sequência das questões e o cuidado que o entrevistador deve pôr na postura e na modulação de voz, por exemplo, quando enuncia as questões fechadas, de modo a não revelar nenhum sinal sobre a resposta esperada. Um outro aspeto essencial é solicitar ao entrevistado que, além de justificar as respostas, exemplifique concretamente situações (ou afirmações) de modo a evitar uma deficiente interpretação das informações a recolher. A entrevista semiestruturada tem, ainda, a vantagem de fornecer dados com maior profundidade do que os que se obtém através de uma entrevista estruturada (Gall, Gall & Borg, 2007) e possuir características próprias de uma entrevista destinada a recolher dados, no quadro de uma metodologia mista (Teddlie & Tashakkori, 2009).

À semelhança do que se fez para a elaboração de outros instrumentos de análise usados no presente estudo, a entrevista foi concebida recorrendo à teorização de Bernstein (1990, 2000), neste caso, aos conceitos de orientação específica de codificação (OEC) e de disposições socioafetivas (DSA) dos estudantes para um determinado contexto de ensino/aprendizagem (capítulo 2, ponto 3.1.2). Como já foi referido, segundo Bernstein (1990, 2000) a produção de um texto adequado a um dado contexto depende da posse da orientação específica de codificação, isto é, da posse de regras de reconhecimento e de realização, passiva e ativa, para esse contexto. Porém, esta condição pode não ser suficiente para garantir um nível de desempenho elevado. Segundo Morais e Neves (2003), alguns estudantes podem ter adquirido as regras e evidenciar um baixo nível de desempenho por ausência de disposições socioafetivas (aspirações e valores apropriados) para a produção do texto adequado. Assim, foi elaborado um conjunto de questões de forma a poder inferir-se a orientação específica de codificação (OEC) dos estudantes, traduzida pelas regras de reconhecimento, de realização passiva e de realização ativa, para o contexto do ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico. Outro conjunto de questões destinou-se a apreciar as disposições socioafetivas (DSA) dos estudantes, em termos da autoconfiança e da motivação para promover esse ensino e do valor que atribuem à exploração da metaciência nesse nível de ensino.

A conceção do guião da entrevista (Apêndice 10) baseou-se em entrevistas concebidas e utilizadas noutros estudos do Grupo ESSA, no âmbito da formação inicial e contínua de

professores (Afonso, Neves & Morais, 2005; Deus, 2010; Santos, 2010) e no âmbito da aprendizagem de alunos do 3.º ciclo do ensino básico (Alves & Morais, 2006), em que também se pretendia obter dados sobre a orientação específica de codificação para contextos específicos de ensino/aprendizagem relacionados com a construção da ciência e as disposições socioafetivas para implementarem o ensino das ciências, incluindo a abordagem da metaciência (Alves, 2010; Alves & Morais, 2012). Como refere Afonso (2005):

O guião deve ser construído a partir das questões de pesquisa e eixos de análise do projeto de investigação. A sua estrutura típica tem um carácter matricial, em que a substância da entrevista é organizada por objetivos, questões e itens ou tópicos. A cada objetivo corresponde uma ou mais questões. A cada questão correspondem vários itens ou tópicos que serão utilizados na gestão do discurso do entrevistado em relação a cada pergunta. (p. 99)

Tomando como base as orientações atrás referidas, elaborou-se o guião da entrevista (Apêndice 10), indicando os objetivos de cada questão e as orientações para a aplicação da sequência de perguntas. A entrevista foi estruturada em duas partes. O Bloco I – *Pertinência das aprendizagens em Introdução à Didática do Estudo do Meio* – tinha, seguindo as sugestões de Gillham (2004), duas questões abertas, de modo a contextualizar a entrevista e a averiguar a importância atribuída pelos estudantes ao ensino da metaciência no contexto âmbito do ensino/aprendizagem das ciências. O Bloco II – *Ensino/aprendizagem da construção da ciência no 1.º ciclo do ensino básico* – foi subdividido em duas secções (A e B).

A secção A, *Ensino da construção da ciência*, era constituída por quatro questões (uma aberta e três fechadas), destinadas a averiguar se os estudantes: (1) possuíam regras de reconhecimento para o contexto de ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico, atribuindo importância a um ensino que tenha em consideração o carácter multidimensional da ciência; (2) possuíam regras de realização passiva e confirmar se tinham regras de reconhecimento para o referido contexto de ensino/aprendizagem (nos casos em que os estudantes não revelaram possuir regras de reconhecimento ou revelaram possuir essas regras apenas em grau reduzido, forneceram-se as regras de reconhecimento para o contexto em causa); e (3) possuíam regras de realização ativa, ao nível da argumentação, para a exploração da metaciência no ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

A secção B – *Posicionamento face ao ensino da construção da ciência no 1.º ciclo do ensino básico* – inclui três questões abertas para averiguar das disposições socioafetivas dos estudantes em relação à: (1) confiança; (2) motivação para abordarem, a metaciência e sua relação com a ciência no ensino/aprendizagem no 1.º ciclo do ensino básico; e (3) valorização que atribuem a essa abordagem.

Procedeu-se, em seguida, à pilotagem, realizando uma entrevista a uma estudante que tinha estado envolvida na formação didática, mas não pertencia à amostra em estudo. Foram introduzidas algumas alterações na redação das afirmações da questão A1, Bloco II, para as tornar mais explícitas, e realizou-se nova entrevista a uma outra aluna que cumpria as mesmas condições que a primeira. Após as duas pilotagens e face às modificações introduzidas, considerou-se haver coerência entre as respostas às questões do guião e os objetivos do estudo e estarem estabelecidas as orientações para a investigadora conduzir a entrevista. Tal como defendem Silverman (2001) e Teddlie e Tashakkori (2009), a pilotagem da entrevista constitui uma importante etapa na construção do guião final, porque permite reformular algumas das questões e rever os procedimentos na condução da entrevista.

Com a concordância dos estudantes, as entrevistas decorreram no final do ano letivo de 2011/12, envolvendo os que tinham concluído a formação didática, nas condições de elegibilidade estabelecidas. Para o efeito, acordou-se com cada estudante o dia, a hora e o local, garantindo a disponibilidade de tempo necessário para o entrevistado responder e a tranquilidade do local onde decorreu a entrevista, em estilo de conversa entre a investigadora e o estudante. No final, conseguiu-se realizar apenas vinte entrevistas pois cinco estudantes não estiveram disponíveis⁸⁸. Todas as entrevistas foram gravadas em registo áudio, de acordo com a autorização dos estudantes e, posteriormente, transcritas na íntegra⁸⁹. No decurso das entrevistas, procurou-se reorientar a conversa sempre que eram introduzidos aspetos que se afastavam dos objetivos preconizados.

Para clarificar as questões colocadas aos estudantes e o modo como a entrevista foi conduzida, apresenta-se uma descrição do procedimento utilizado para inferir a posse da orientação específica de codificação nas questões referentes ao princípio pedagógico *Ensino*

⁸⁸ Problemas de natureza pessoal e/ou familiar impediram estes estudantes de regressarem à escola.

⁸⁹ Convenções usadas na transcrição de entrevistas: I – Entrevistadora/Investigadora; Nome – Estudante designado por um nome fictício; . – Período. Fim de frase; ... – Frase incompleta; ? – Interrogação/pergunta; [...] – Pausa/hesitação (ex. repetição de palavras, ahahah); () – Sons não linguísticos (ex. riso); {} – Comentários da investigadora.

da construção da ciência (Bloco II, secção A, Apêndice 10). A Figura 3.6 representa sumariamente o percurso descrito.

Assim, começou-se por contextualizar esta abordagem no ensino das ciências e pediu-se aos estudantes que seleccionassem, de entre três opções, aquela com que mais se identificavam (questão A.1):

- (1) De forma a compreenderem o modo como a ciência se constrói, é essencial que os alunos do 1.º CEB desenvolvam capacidades investigativas que os cientistas habitualmente usam no seu trabalho: processos rigorosos e sistemáticos de observação e interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses testáveis através da experimentação, avaliação dos resultados obtidos...
- (2) De forma a compreenderem o modo como a ciência se constrói, é essencial que os alunos do 1.º CEB aprendam que a ciência é uma área do conhecimento com características próprias: dinâmica; construída ao longo do tempo pelos cientistas que investigam a realidade procurando dar explicações científicas sobre questões “intrigantes”; influenciada pelas atitudes e comportamentos dos cientistas; e pelas interações da ciência, tecnologia e sociedade.
- (3) De forma a compreenderem o modo como a ciência se constrói, é essencial que os alunos do 1.º CEB reconheçam as influências recíprocas do conhecimento científico e tecnológico com a sociedade, evidenciando: a discussão de controvérsias sociocientíficas atuais; e a valorização da informação científica, como condição necessária para a apreciação crítica do público sobre as ações que podem afetar a qualidade de vida no dia-a-dia.

Questões	A.1. Perspetiva valorizada	A.2. Justificação	A.3. Reconsideração da escolha	A.4. Ex. hipotético de uma atividade na prática		
Ensino da metaciência	De acordo com o modelo teórico Tem RR (opção2)	Coerente com o modelo teórico Tem RLP	→	Tem RLAg	Tem parcialmente RLAg	
		Incoerente com o modelo teórico Não tem RLP	→			
	Parcialmente de acordo com o modelo teórico Tem parcialmente RR (opção 3)	→	Coerente com o modelo teórico Tem RLP			→
			Incoerente com o modelo teórico Não tem RLP			→
	Em desacordo com o modelo teórico Não tem RR (opção 1)	→	Coerente com o modelo teórico Tem RLP			→
			Incoerente com o modelo teórico Não tem RLP			→
					Não tem RLAg	

Figura 3.6. Linhas orientadoras do percurso da entrevista (RR, Regras de reconhecimento; RLP, Regras de realização passiva; RLAg, Regras de realização ativa em termos de argumentação).

A partir da opção seleccionada foi possível averiguar se o estudante reconhecia o princípio pedagógico para o contexto de ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico que, de acordo com o quadro teórico, se traduziria no reconhecimento do

caráter multidimensional da conceptualização de ciência, em função das perspectivas relacionadas com as dimensões filosófica, histórica, psicológica e sociológica da ciência.

No caso de o estudante selecionar a opção 1, tal significa que não tem regras de reconhecimento para o contexto em análise. Se o estudante selecionar a opção 2, tal significa que tem posse total de regras de reconhecimento (RR), isto é, atribui importância ao ensino dos conhecimentos e capacidades associadas às quatro dimensões metacientíficas. Se o estudante selecionar a opção 3, tal significa que possui reconhecimento parcial, dado que atribui importância apenas ao ensino dos conhecimentos e capacidades associadas à dimensão sociológica externa da ciência, mais especificamente às relações CTS.

Ao pedir a justificação para a opção selecionada (questão A.2), foi possível averiguar se o estudante possuía regras de realização passiva e confirmar se tinha regras de reconhecimento para o contexto em análise, através da concordância ou discordância da justificação dada para a opção que, em princípio, correspondia à posse de regras de reconhecimento. No caso de o estudante não possuir regras de reconhecimento, ou possuí-las em grau reduzido, a questão A.3 fornecia essas regras e tornou possível inferir, através da justificação apresentada, se o estudante possuía, ou não, regras de realização passiva.

Independentemente do entrevistado possuir ou não regras de reconhecimento e de realização passiva para o princípio em causa, a investigadora colocava a quarta questão (A.4), em que se solicitava um exemplo concreto que permitisse explorar, com os alunos do 1.º ciclo do ensino básico, o processo de construção da ciência, de modo a poder averiguar se o estudante possuía regras de realização ativa mas, neste caso, apenas em termos da argumentação utilizada na exploração de uma hipotética atividade de sala de aula que abordasse a construção da ciência.

Em relação à apreciação das disposições socioafetivas para o ensino da metaciência, todos os estudantes responderam às três questões que integravam a parte B da entrevista. Assim, começou-se por contextualizar as questões em termos da posição do estudante face ao ensino da construção da ciência no 1.º ciclo do ensino básico e perguntou-se ao estudante se se sentia capaz de vir a usar esta abordagem nas suas aulas (questão B.1), justificando a resposta. No caso de o estudante responder de uma forma positiva, considera-se que tem confiança para explorar a metaciência, ou seja, tem, quanto a este aspeto, disposições socioafetivas muito favoráveis ou favoráveis para o contexto de ensino/aprendizagem da metaciência. Se a resposta for negativa, isso significa que o estudante não tem confiança, ou

seja, possui disposições socioafetivas pouco favoráveis para o referido contexto. Para os estudantes que manifestaram confiança, a entrevista segue para a questão B.2a) e para os que não revelaram ter confiança, a entrevista prossegue com a questão B.2b), de modo a averiguar sobre a motivação dos estudantes para usarem a referida abordagem no ensino das ciências para os alunos do 1.º ciclo do ensino básico. A sequência da entrevista foi realizada em moldes idênticos tanto para as disposições socioafetivas apreciadas em termos da motivação como da valorização que os estudantes atribuem ao ensino da metaciência na prática letiva do 1.º ciclo do ensino básico (questão B.3).

A análise das entrevistas realizou-se em três passos. Em primeiro lugar, procedeu-se à análise das respostas às duas questões integrantes do bloco I da entrevista (Apêndice 10), de forma a averiguar até que ponto os estudantes consideraram importantes e valorizaram as aprendizagens realizadas na unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio*. Em segundo lugar, analisaram-se as respostas às questões da parte A do bloco II da entrevista para a determinação da orientação específica de codificação dos estudantes em relação ao ensino da metaciência no contexto do ensino/aprendizagem das ciências, no 1.º ciclo do ensino básico. Finalmente, procedeu-se à análise das respostas às questões da parte B do mesmo bloco, com vista a determinar as disposições socioafetivas dos estudantes para o referido contexto.

A análise das respostas provenientes de questões com um formato mais aberto requereu o desenvolvimento de um sistema de categorias (e.g., Bardin, 2009). No caso desta investigação, que seguiu uma metodologia mista, um conjunto inicial de categorias foi considerado aquando da elaboração do guião da entrevista, de acordo com as dimensões em análise subjacentes ao quadro teórico do estudo. Em seguida, a partir dos dados empíricos obtidos nas entrevistas aos estudantes que participaram na pilotagem e tendo também em conta os dados obtidos numa primeira análise exploratória de todas as entrevistas, as categorias continuaram a ser especificadas até a diversidade de dados ter sido categorizada.

Pertinência das aprendizagens em Introdução à Didática do Estudo do Meio

A categorização das respostas relativas ao Bloco I – *Pertinência das aprendizagens em Introdução à Didática do Estudo do Meio* (IDEM) – foi realizada a partir das subcategorias que emergiram da análise preliminar de todas as respostas obtidas às questões 1 e 2 da entrevista (Apêndice 10). Num primeiro momento, que se pode designar por “leitura flutuante” (Bardin, 2009), constatou-se que todos os inquiridos afirmaram que os assuntos

estudados na referida unidade curricular tiveram interesse para a formação pessoal e foram importantes para a prática letiva como futuros professores. Neste processo emergiram claramente dois tipos gerais de “falas”: (1) as que referiam de uma forma clara a importância da formação em IDEM na aprendizagem de aspetos relativos à metaciência (conhecimentos e processos investigativos) e sua utilização na futura prática letiva; e (2) as que referiam, de forma mais vaga, a importância da formação em IDEM na aprendizagem de aspetos relativos à metaciência, focando-se principalmente no “ensinar conceitos” e “fazer experiências” com as crianças para despertar o seu interesse/curiosidade. Num segundo momento criaram-se duas subcategorias correspondentes a esses dois tipos de falas: (1) a aprendizagem da metaciência e da sua importância para o ensino das ciências, como se ilustra no excerto [39] da resposta de uma estudante, Sofia, que refere claramente a importância das aprendizagens realizadas para incentivar as crianças a “conhecer o trabalho dos cientistas”; e (2) aprendizagem de outras perspetivas de ensino das ciências (por exemplo, ensino de conceitos/ensino experimental), tal como mostra o excerto [40] de resposta de outra estudante, Luísa, ao referir, apenas, a importância das aprendizagens realizadas na disciplina para explicar às crianças de um modo mais simplificado “alguns conceitos e fenómenos que aprendemos”.

[39] *Sofia* – Acho que tiveram bastante interesse porque permite-nos saber como no futuro, ... saber trabalhar com as crianças nesta área, uma vez que consideramos importante desde muito cedo ... como é que eu hei-de explicar? [...] incentivá-las a conhecer o trabalho dos cientistas, entre outras questões da ciência que achamos importantes. E aí aprendemos algumas estratégias para despertar, por exemplo, a curiosidade delas, das crianças, e entre outras técnicas... [...] Eu acho interessante, por exemplo, o modo como colocamos o problema às crianças que é diferente do modo como nós interpretamos logo. Colocar o tema de modo a que eles consigam imaginar, por exemplo, uma situação [...].

[40] *Luísa* – [...] Penso que foram bastante importantes, porque, eu falo por mim, nós não tínhamos bases sequer para enfrentar a disciplina. Então, para mim, foi assim um choque, e eu pensei, eu não vou conseguir. Mas deu-nos conteúdos e bases para nós conseguirmos encarar de outra forma e até nós explicarmos às crianças o que percebemos e o conseguir explicar de outra forma, talvez mais simplificada, o que queremos e alguns conceitos e fenómenos que aprendemos. [...]

Orientação específica de codificação

As respostas dadas às questões sobre o ensino da construção da ciência (Bloco II. A) foram analisadas em termos de regras de reconhecimento e de realização passiva e ativa (argumentação), com vista a determinar a orientação específica de codificação de cada estudante para aquela abordagem. A posse das regras de reconhecimento foi apreciada, através das respostas obtidas nas questões A.1 e A.2, em três graus distintos: reconhece o contexto em análise, reconhece-o apenas parcialmente ou não o reconhece, tal como descrito

na explicação do processo de condução da entrevista. Quanto às regras de realização passiva, realizou-se uma categorização em dois níveis distintos (ausência e presença) e as regras de realização ativa, em termos de argumentação, foram apreciadas em três níveis distintos (ausência, posse parcial e posse total). A Tabela 3.25 apresenta os respectivos descritores.

Tabela 3.25

Descritores das regras de realização passiva e de realização ativa (argumentação) para o ensino da metaciência.

		Descritores	
Regras de realização	Passiva	Ausência	O estudante não fundamenta a escolha da opção que atribui importância ao ensino dos conhecimentos e capacidades associadas às dimensões metacientíficas ou, então, apresenta uma justificação que não é coerente com o quadro teórico.
		Presença	O estudante apresenta uma justificação em consonância com o quadro teórico.
	Ativa, em termos de argumentação	Ausência	O estudante não exemplifica ou fá-lo apenas referindo de forma implícita/ambígua aspetos associados à metaciência.
		Posse parcial	O estudante exemplifica como explora a metaciência, limitando-se a referir aspetos relacionados com uma única dimensão.
		Posse total	O estudante exemplifica como explora a metaciência referindo aspetos associados a mais do que uma dimensão metacientífica.

Sempre que os estudantes, na resposta à questão A.1, mostraram possuir reconhecimento em grau elevado para o ensino da metaciência (escolhendo a afirmação 2), foi possível apreciar se tinham realização passiva através da justificação apresentada para a escolha que tinham realizado (questão A.2).

De entre os estudantes que possuíam um grau de reconhecimento elevado, apresenta-se a título de exemplo um excerto [41] da justificação de Sofia evidenciando diversos aspetos das dimensões histórica, psicológica e sociológica da ciência. No caso dos estudantes que não mostraram possuir regras de reconhecimento ou evidenciaram posse reduzida para este contexto, a maioria revelou possuir realização passiva quando puderam reconsiderar a escolha após terem sido fornecidas as regras de reconhecimento (questão A.3). Por exemplo, uma estudante, Joana, inicialmente indecisa na escolha, tendo optado pela afirmação 1, como se exemplifica no excerto [42] da sua resposta, ao reconsiderar a escolha anuiu imediatamente com a afirmação 2 afirmando ser a que explicitava a construção da ciência em diversos aspetos quer sejam características de personalidade dos cientistas e ao modo como investigam, quer seja a evolução da tecnologia e a sua interação com a sociedade.

- [41] *Sofia* – A afirmação que escolho é a 2.
[...]
Considero, como a afirmação diz, que é importante as crianças compreenderem o modo como a ciência se constrói, [...] que aprendam que a ciência é uma área do conhecimento com características próprias. Dinâmica, e como referi, construída ao longo do tempo. A tal dimensão histórica de que elas têm de ter a noção, o trabalho que é desenvolvido, e que pode levar anos, e pode até voltar ao início, dependendo do que encontrarem, novas investigações, entre outros aspetos. [...] dar explicações científicas sobre questões intrigantes, questionar sobre os acontecimentos que evidenciam ... influenciar a atitude e comportamento dos cientistas. Esta é a tal dimensão psicológica, [...]. É importante elas perceberem isto e as interações da ciência, tecnologia e sociedade, sim. [...].
- [42] *Joana* – Fiquei indecisa entre a primeira e a segunda, mas, no entanto, julgo que a primeira é a que está mais adequada [...]. {reconsidera a escolha}. Sim, exatamente. Eu acho que é aquela em que está mais explícito o conceito de ciência, a construção da ciência, porque diz que é construída pelos cientistas, que eles procuram explicações sobre questões intrigantes, que é influenciada pelos comportamentos desses mesmos cientistas, que são pessoas, [...] cada um tem as suas características. E também fala aqui dum fator bastante importante [...] que é a evolução da tecnologia e a interação com a sociedade. [...].

Quanto à posse de regras de realização ativa, em termos de argumentação, por exemplo, uma estudante, Marta, a propósito da descoberta da penicilina e do uso dos antibióticos, tal como mostra o excerto [43] da sua resposta, exemplificou claramente como explorava aspetos das dimensões histórica e sociológica externa, referindo a produção industrial da penicilina e os impactos na saúde pública a propósito das alergias a este antibiótico, sendo-lhe, por isso, atribuída a posse total destas regras. Num outro caso, uma estudante, Sara, apenas referiu aspetos relacionados com a dimensão filosófica da ciência, como evidencia o excerto [44], ao exemplificar a exploração de uma atividade sobre germinação de sementes de relva, pelo que lhe foi atribuída a posse parcial de realização ativa. Em outras situações, os estudantes conseguiram descrever um exemplo de uma atividade, mas deixaram implícitos os aspetos a explorar relacionados com a metaciência (ausência de realização ativa). Tal foi o caso de uma estudante, Laura, que perante as questões da investigadora no sentido de orientar a resposta para a estudante tornar clara a exploração de aspetos relativos ao uso quotidiano de artefactos tecnológicos respondeu “não sei”, como mostra o excerto [45].

- [43] *Marta* – O assunto que me recordo é a penicilina. [...] inicialmente iria fazer uma pesquisa em relação ao Fleming, [...] iria pegar na parte de como é que a ciência se vai construindo, ou seja, explicar [...] o que é que aconteceu até {Fleming} chegar à descoberta, passando por todos os passos. Neste caso, é uma coisa que aconteceu acidentalmente, não é verdade? Mas tentar explicar... [...]. Podia falar nos antibióticos, essencialmente também na produção...
- Investigadora* – Mas, se pegar nisso tudo, como é que acha que lhes ensinava as perspetivas de construção da ciência? Por exemplo, quando estava a dar-lhes a história da descoberta, que dimensão é que estava a trabalhar com eles?
- Marta* – A dimensão histórica.
- Investigadora* – E depois, quando lhes falasse da molécula e dos outros antibióticos, qual era a dimensão que já estava a trabalhar?

Marta – A sociológica. [...] eles perguntarem em casa um bocadinho aos pais sobre os antibióticos, depois tentarem perceber, se calhar, numa pesquisa na internet, como são fabricados. Começando por aí, tentar desenvolver mais o assunto, verem os medicamentos, até por causa de pessoas alérgicas [...].

- [44] {A propósito do estudo das condições de germinação de sementes de relva}
Sara – [...] e questionar o porquê de a relva estar a crescer naquele sítio e não noutra e o porquê disso acontecer. Seria partir um bocadinho daquilo que eles me iriam dizer, para depois planificar uma atividade [...]. Tentar explicar, dar-lhes a entender o porquê, por exemplo, da quantidade da água ser igual e a quantidade de sementes de relva, a terra, o material de que se fazia o bonequinho, esse género de coisas... [...] A única coisa que nós iríamos mudar seria mesmo a luz.
Investigadora – [...] E, ao fazer a atividade, o que é que tinha de assegurar para garantir que estava a explorar com os meninos a construção da ciência?
Sara – [...] depois iria tentar pegar nos cientistas que já sabem aquelas coisas, o que é que eles acham que eles tiveram de fazer até chegarem às mesmas conclusões que eles. [...] Por exemplo, iria perguntar: “então eles não sabiam como é que... eles não sabiam que tinham de ser rigorosos?”, “O que é que eles teriam de fazer?”. Não sei... Imagino respostas do género: “tinham de fazer como nós”, “experimentar das mesmas maneiras” ou “experimentar várias vezes”, “foi coisa que nós abordamos nas aulas”, “[...] para conseguir chegar às mesmas conclusões ou a conclusões diferentes, consoante o rigor e os dados que iam obtendo com a sua experiência”.
- [45] *Investigadora* – Então, como é que podia abordar esta questão da congelação da água com as crianças? [...] O que é que lhes pedia para fazer, se quisesse explorar, a partir deste assunto, as perspetivas da construção da ciência?
Laura – Provavelmente começava por abordar o tema das várias fases da água.
Investigadora – Dos vários estados físicos?
Laura – Exatamente. E, a partir daí, iria chegar à congelação da água e iria fazer a experiência. [...] Por tentativas fazer, lá está, como falávamos há bocadinho, colocar questões: E se fosse assim? E se fosse de outra maneira? Fazer várias tentativas com coisas diferentes, para eles chegarem a uma conclusão. [...]
Investigadora – Quando fala em congelação está a falar de frigoríficos?
Laura – Sim, sim. [...].
Investigadora – Ainda há pouco me disse, tantos instrumentos que agora nós temos e que não tínhamos. Acha que essa era também uma questão boa para explorar com os alunos a construção da ciência? Como é que o fazia?
Laura – Não sei (riso).

Disposições socioafetivas

Para determinar o posicionamento dos estudantes face ao ensino da construção da ciência no 1º ciclo do ensino básico, analisaram-se as disposições socioafetivas dos estudantes com base nas respostas às três questões da parte B (Bloco II, Apêndice 10) da entrevista. De modo a averiguar das disposições socioafetivas, em termos da confiança para ensinar a metaciência (questão B.1), distinguiram-se as respostas positivas das negativas. No caso de a resposta ser positiva, consideraram-se dois graus: se o estudante justificava afirmando que tinha gosto/aprendido o assunto, isso significa que tem disposições socioafetivas muito favoráveis; no caso de o estudante afirmar que necessitava de estudar mais, considera-se que possui disposições socioafetivas favoráveis. No caso de o estudante responder negativamente e afirmar que não sabe/é um assunto difícil, considera-se que não tem confiança para explorar a metaciência no contexto em causa, ou seja, possui disposições

socioafetivas pouco favoráveis. Para ilustrar respostas positivas, tomou-se como exemplo o caso dos estudantes Rui e Helena. Rui afirmou que a disciplina o capacitou para articular a metaciência com os processos e os conhecimentos contemplados nos programas oficiais, tal como mostra o excerto [46] e, por isso, evidenciou possuir disposições socioafetivas muito favoráveis. Helena afirmou o seu interesse e desejo de abordar a metaciência com os alunos do primeiro ciclo, mas declarou ter de estudar muito por ter a noção de ainda não estar “completamente preparada”, tal como mostra o excerto [47], pelo que se considerou possuir disposições socioafetivas favoráveis. Como exemplo de respostas negativas, ou seja, evidenciando possuir disposições socioafetivas pouco favoráveis, refere-se o caso de outra estudante, Sara, que afirma ainda não ter confiança para abordar a metaciência (excerto [48]) porque ainda lhe falta prática para conseguir realizar essa abordagem.

- [46] *Rui* – Espero bem que sim. Eu acho que sim. Acho que se vai ganhar muito com a experiência também.
Investigadora – Mas sente-se capaz. Diga-me lá porque é que acha que sim.
Rui – Para já, porque na disciplina de Introdução à Didática acabamos por perceber a importância desses aspetos e, depois, acho que, com base nos conhecimentos que já fui adquirindo e com o conhecimento dos processos e conhecimento dos programas que vamos ter de dar, acho que sou capaz de articular isso. [...]. [DSA muito favoráveis]
- [47] *Helena* – Eu tenho muito interesse pelas ciências, é uma área que eu adoro, mas tenho completa noção de que ainda tenho muito trabalho pela frente. Tenho de estudar muito. Ainda tenho várias perspectivas. Tenho de preparar, por exemplo, uma atividade investigativa, [...] de como é que hei-de abordar com eles, [...] como tornar a ciência o mais real possível e mais próxima da fase de desenvolvimento em que eles estão. Tenho essa noção de que ainda não estou completamente preparada, mas que gosto muito da área e que espero vir a ser uma professora de primeiro ciclo, que trabalha com eles ciência [...]. [DSA favoráveis]
- [48] *Sara* – Não me sinto, porque acho que me falta ainda, não é conhecimentos, é, se calhar, à-vontade e confiança para conseguir transmitir aquilo que quero. [...] Acho que não. Por outro lado, penso que sim, porque além de ser um tema e uma abordagem que me agrada muito... Porque, lá está, a abordagem, de facto, é um bocadinho investigar e explorar e ...
Investigadora – O que me interessa é mesmo a primeira questão. Ser capaz de fazer. Acha que ainda precisa de mais tempo, provavelmente de mais experiência, para o poder fazer. É esse o seu único problema?
Sara – Eu acho que o problema é não termos exemplos práticos. [...]. Nós imaginamos e vemos [...]. Agora, na prática, não é assim, não corre como nós queremos e eu acho que é isso que me falta ainda. [DSA pouco favoráveis]

Para apreciar as disposições socioafetivas em termos da motivação para o ensino explícito da metaciência (questão B.2) e da valorização atribuída pelos estudantes a esta abordagem na prática letiva do 1.º ciclo do ensino básico (em termos de relevância, questão B.3), seguiu-se um critério idêntico ao usado para averiguar o posicionamento dos estudantes sobre a confiança para ensinarem a metaciência. Teoricamente, admitiu-se encontrar respostas que fossem igualmente classificáveis em respostas positivas e negativas e passíveis de serem categorizadas em três graus. Assim, caso a resposta seja positiva e a justificação

explicita os princípios pedagógicos que sustentam o estudo, pode inferir-se que o estudante está motivado para o ensino da metaciência e valoriza essa abordagem na prática letiva, ou seja, que detém disposições socioafetivas muito favoráveis para o contexto em estudo. Mas se a justificação deixar implícitos os princípios pedagógicos, para cada uma das duas características referidas, então a resposta significa que o estudante apenas tem disposições socioafetivas favoráveis. Caso a resposta seja negativa e a justificação do tipo “porque não gosto/é muito trabalhoso” ou “é muito difícil para os alunos”, pode inferir-se que o estudante não está motivado para explorar a metaciência e não valoriza esta abordagem no 1.º ciclo do ensino básico, ou seja, tem disposições socioafetivas pouco favoráveis.

A partir de uma análise preliminar dos dados brutos não se verificou a ocorrência de nenhuma resposta negativa quer em relação à motivação para ensinar a metaciência quer em relação à valorização desta abordagem para o ensino da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico. Daí que apenas se tenham considerado as respostas positivas distinguindo-se as que representam disposições socioafetivas muito favoráveis das favoráveis. Por exemplo, a resposta de uma estudante, Antónia, como mostra o excerto [49], apesar de positiva, remete a justificação para o que considera mais adequado às crianças, deixando implícito o princípio pedagógico subjacente (disposições socioafetivas favoráveis).

[49] *Antónia* – Eu sinto-me, portanto, se eu fosse já capaz, eu sentia-me e muito motivada na mesma porque... Eu acho que até é importante [ahahah] ensinar isto às crianças e, saber que essa maneira é boa para ensinar às crianças, vai ser bom para mim porque sei que vou fazer uma coisa boa...
Investigadora – E sente-se mais confortável?

Antónia – Exato. Sim. Acho que é essa a minha opinião. É um pouco a dependência das crianças. Se eles se sentirem confortáveis, eu também me vou sentir... [DSA favoráveis]

[50] *Sónia* – Acho que sim {é relevante}, não só no 1º ciclo [...] acho que até no pré-escolar. [...] As crianças foram sempre bastante participativas, a darem a sua opinião sobre o que ia acontecer {refere-se ao estágio de observação em jardim de infância}, [...]. Eu acho que, como aconteceu comigo, [...] é mesmo o gosto pela ciência, porque a ciência é encarada como uma das áreas mais difíceis, por assim dizer, então nós estamos sempre a tentar fugir à área das ciências e tentamos aquelas atividades mais simplesinhas. Eu acho que se tivesse sido estimulada, motivada logo quando era mais nova com atividades ...o gosto pela ciência hoje não seria o mesmo [...] teria outra visão do que é a ciência realmente. [DSA muito favoráveis]

Com respeito à valorização atribuída pelos estudantes a esta abordagem na prática letiva do 1.º ciclo do ensino básico, apresenta-se como exemplo a resposta positiva de uma estudante, Sónia (excerto [50]) que evidencia a posse de disposições socioafetivas muito favoráveis, referindo o papel da abordagem da metaciência para o desenvolvimento do gosto de aprender ciência e de uma visão mais adequada sobre ciência, mesmo com crianças do pré-escolar e lamentando não ter tido essa oportunidade quando era criança.

A conjugação dos resultados da análise das respostas dos estudantes permitiu determinar o seu posicionamento face ao ensino da construção da ciência no 1º ciclo do ensino básico. Com o objetivo de determinar a orientação específica de codificação e as disposições socioafetivas de cada um dos estudantes para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências, no 1.º ciclo do ensino básico, a investigadora classificou todas as entrevistas. De modo a minimizar a subjetividade da análise dos dados, as análises de 15% das entrevistas foram validadas por outra investigadora.

4.4.3. Procedimentos metodológicos de organização e análise dos dados

De modo a analisar o desempenho dos estudantes em termos das aprendizagens sobre ciência (relativas à compreensão da metaciência), conjugaram-se os dados obtidos através do teste e do relatório do trabalho de avaliação final. Para apreciar as aprendizagens sobre o ensino das ciências (relativas à compreensão da importância da abordagem da metaciência no ensino/aprendizagem das ciências), no 1.º ciclo do ensino básico, recorreu-se aos dados fornecidos por esses documentos de avaliação e, também, aos dados da entrevista relativos à orientação específica de codificação e às disposições socioafetivas para o contexto referido. Quer os dados fornecidos pelos instrumentos de avaliação, quer os dados complementares fornecidos pela entrevista foram objeto de uma análise interpretativa de modo a complementar e aprofundar a análise sobre as aprendizagens realizadas pelos estudantes, em termos das suas conceções sobre ciência.

No que diz respeito à evolução das conceções sobre ciência e sobre o ensino das ciências, o desempenho dos estudantes foi apreciado através dos dados apurados pela análise das respostas aos questionários aplicados antes e após a formação. Nesta secção apresentam-se os procedimentos de organização e análise dos dados, evidenciando o recurso a procedimentos qualitativos e quantitativos, próprios das metodologias mistas (Teddlie & Tashakkori, 2009), com base em todos os documentos, ou seja, nas várias fontes de dados (Yin, 2009) que contribuíram para caracterizar o desempenho dos estudantes.

4.4.3.1. Aprendizagens sobre ciência

A apreciação das aprendizagens dos estudantes sobre ciência foi feita recorrendo a duas fontes de dados: (1) testes de avaliação (questões 2.1 e 3.1, Tabela 3.24); e (2) relatórios dos trabalhos de avaliação final.

A análise das questões do teste sumativo sobre a compreensão da metaciência, em termos da abrangência do conceito que engloba as quatro dimensões metacientíficas e da diversidade de perspectivas relativas a conhecimentos e capacidades relacionadas com cada uma dessas dimensões, mostrou que a maioria das respostas obtiveram uma classificação superior a metade da cotação total e nenhuma obteve zero valores (Apêndice 9.1). Isso deveu-se ao facto de a maioria dos estudantes ter identificado corretamente conhecimentos relacionados com uma ou mais dimensões metacientíficas, embora com algumas imprecisões, como ilustram os excertos [33] e [34] das respostas de dois estudantes. Quanto aos trabalhos de avaliação final, identificaram-se todos os excertos que contemplavam referências a capacidades e/ou conhecimentos relacionados com cada uma das dimensões metacientíficas, nas diversas partes do relatório analisado, tal como se exemplificou nos excertos [37] e [38]. Os dados foram organizados numa tabela que possibilitou apreciar a inclusão da metaciência no trabalho final (Apêndice 9.2).

No que diz respeito aos dados obtidos na análise da relação intradisciplinar entre a metaciência e a ciência⁹⁰, sendo limitados pela natureza subsidiária do estatuto do conhecimento científico no plano de formação, não se procedeu a uma análise da conjugação dos dados apurados nos dois documentos de avaliação referidos.

4.4.3.2. Aprendizagens sobre o ensino das ciências

A apreciação das aprendizagens dos estudantes sobre o ensino das ciências foi feita recorrendo a três fontes de dados: (1) testes de avaliação (questões 1, 2.2 e 3.3, Tabela 3.24); (2) relatórios dos trabalhos de avaliação final; e (3) determinação da orientação específica de codificação e das disposições socioafetivas dos estudantes para o referido contexto (entrevista).

Análise dos testes e dos relatórios do trabalho de avaliação final

A análise das questões do teste sumativo sobre a relevância do ensino das ciências e a importância/vantagem de explorar a relação entre metaciência e ensino das ciências, no âmbito do ensino/aprendizagem das ciências para alunos do 1º ciclo do ensino básico, em termos globais, mostrou que quase nenhuma resposta obteve a cotação total e várias

⁹⁰ O teste tinha apenas uma questão que visava avaliar a aprendizagem relativa à relação entre metaciência e ciência por ser considerada válida no que dizia respeito à formação conferida na prática. Nos relatórios do trabalho de avaliação final, essa relação apenas foi considerada presente ou ausente (*cf.* ponto 4.4.1) e, como tal, não foi analisada em termos das perspectivas metacientíficas abordadas.

obtiveram zero valores (Apêndice 9.1). Por exemplo, a questão 2.2 incidia na discussão da pertinência da realização de atividades com as características descritas no texto (ensino experimental relacionando com aspetos filosóficos, psicológicos e sociológicos sobre o modo como os cientistas constroem o conhecimento) no ensino das ciências ao nível do 1.º ciclo do ensino básico. O excerto [51] mostra uma resposta a que foi atribuída uma cotação parcial porque o estudante, Rui, apenas abordou aspetos relativos à metodologia científica (dimensão filosófica). Outros estudantes, como Sónia, deram respostas que não tinham qualquer relação com a questão, tendo sido cotadas com zero valores (excerto [52]).

[51] [...] é importante pois os alunos devem ter conhecimento do processo como é feita a construção da ciência. Muitas vezes as crianças têm a ideia de que as descobertas dos cientistas são fruto do acaso, sem compreenderem que é preciso um método rigoroso para se conseguir a construção do conhecimento em ciência. [...] [resposta à questão 2.2, Rui]

[52] [...] é importante que as crianças desenvolvam conhecimentos na área das ciências, uma vez que desde cedo as crianças são deparadas com situações que partem de aprendizagens naturalistas [...]. Ao longo do crescimento, o conhecimento da criança na área das ciências será orientado através de uma aprendizagem informal e só posteriormente, ao nível do pré-escolar e 1º CEB, é que estas aprendizagens passam a ser estruturadas. [resposta à questão 2.2, Sónia].

Quanto à análise dos relatórios do trabalho final, tal como referido atrás, apenas se contabilizou a presença ou ausência de referências relativas à relação entre a metaciência e o ensino das ciências (Apêndice 9.2).

Determinação da orientação específica de codificação e das disposições socioafetivas para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências

A determinação da orientação específica de codificação (OEC) de cada um dos estudantes para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências resultou da análise das respostas a cada uma das questões da entrevista que possibilitaram inferir a posse das regras de reconhecimento, realização passiva e realização ativa, em termos de argumentação, para o referido contexto. Em primeiro lugar, procedeu-se à análise de cada uma das entrevistas de acordo com o “percurso” apresentado na Figura 3.6 e os dados apurados, de acordo com os critérios enunciados na Tabela 3.25, foram lançados numa outra tabela (Apêndice 9.3). Para a determinação da orientação específica de codificação de cada um dos estudantes, apreciaram-se os dados relativos a cada uma das regras analisadas e conjugaram-se esses dados, organizando-os em três categorias de orientação específica de codificação. Este procedimento visou garantir o rigor e a consistência da apreciação das respostas dos diferentes estudantes. Na Tabela 3.26 apresentam-se os descritores que permitiram criar essas categorias: ausência, posse parcial e posse total (modelo de análise). Em seguida,

determinou-se o resultado global de cada um dos estudantes em função das três categorias de orientação específica de codificação (ausência, posse parcial e posse total).

Tabela 3.26

Descritores das categorias de orientação específica de codificação para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências.

Orientação específica de codificação		
Ausência	Posse parcial	Posse total
O estudante não possui regras de reconhecimento, de realização passiva e de realização ativa.	O estudante possui regras de reconhecimento e de realização passiva, mas não tem realização ativa. <i>Ou</i> O estudante não possui ou possui parcialmente regras de reconhecimento, tem regras de realização passiva e de realização ativa (total ou parcialmente). <i>Ou</i> O estudante não possui regras de reconhecimento, tem regras de realização passiva e não tem ou tem parcialmente realização ativa.	O estudante possui regras de reconhecimento e de realização passiva e possui realização ativa.

Para a determinação das disposições socioafetivas de cada um dos estudantes para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências, seguiu-se um procedimento idêntico de modo a apurar, em primeiro lugar, o tipo de disposições em relação à confiança e motivação para ensinar a metaciência e à valorização atribuída a essa abordagem no referido contexto.

Considerando as disposições socioafetivas em três categorias (muito favoráveis, favoráveis e pouco favoráveis), em termos da confiança e da motivação para ensinar a metaciência e da valorização que os estudantes atribuem a essa abordagem, teoricamente pode admitir-se a existência de diversos tipos de posicionamento, desde os estudantes que podem manifestar disposições socioafetivas pouco favoráveis para as três características até aos que manifestam disposições muito favoráveis para essas características. Contudo, tal como foi referido, não se encontraram respostas negativas em relação à motivação para ensinar a metaciência e à valorização atribuída a esta abordagem. Assim, em resultado da permanente dialética entre o teórico e o empírico, consideraram-se os três níveis de respostas (positivas e negativas) para apreciar o nível de confiança para ensinarem a metaciência.

Quanto às outras duas disposições analisadas, apenas se utilizaram os dois tipos de respostas positivas (muito favoráveis e favoráveis) para determinar o posicionamento dos estudantes. Além disso, constatou-se que, no caso da motivação, a distinção entre

disposições muito favoráveis e favoráveis, atribuídas a cada estudante, resultava do facto de eles apresentarem justificações explícitas (muito favoráveis) ou implícitas (favoráveis) relativamente à sua posição. Tendo em conta que as justificações foram consideradas implícitas porque os estudantes não distinguiam claramente a sua motivação pessoal da importância da atitude do professor para motivar as crianças, como se verifica no excerto [49], ou seja, não foi possível distinguir claramente a fronteira entre o favorável e o pouco favorável, apenas se teve em conta a presença de motivação para encontrar o nível global das disposições socioafetivas de cada um dos estudantes.

As categorias de disposições socioafetivas (muito favoráveis, favoráveis e pouco favoráveis), consideradas em função das três características (confiança, motivação e valorização), estão traduzidas nos descritores da Tabela 3.27, em que está patente que, em face das respostas obtidas, a característica confiança foi determinante para a categorização das DSA dos estudantes.

Tabela 3.27

Descritores das categorias das disposições socioafetivas para o contexto do ensino/aprendizagem das ciências.

Disposições socioafetivas		
Pouco favoráveis	Favoráveis	Muito favoráveis
O estudante não tem confiança, mas tem motivação para ensinar a metaciência e considera esta abordagem relevante ou muito relevante para os alunos do 1.º ciclo.	O estudante tem alguma confiança e está motivado para ensinar a metaciência. Além disso, considera esta abordagem relevante ou muito relevante para os alunos do 1.º ciclo.	O estudante tem confiança e está motivado para ensinar a metaciência. Além disso, considera esta abordagem relevante ou muito relevante para os alunos do 1.º ciclo.

Em seguida, recorreu-se aos descritores enunciados para apreciar as disposições socioafetivas, tendo em conta o conjunto das três características (muito favoráveis, favoráveis e pouco favoráveis). Para cada conjunto de dados, provenientes de cada uma das fontes utilizadas na análise do desempenho dos estudantes, foram calculados os níveis de posicionamento obtidos e calculadas as percentagens respetivas para o total dos estudantes que realizaram a avaliação e a entrevista (Apêndice 9).

4.4.3.3. Evolução das conceções dos estudantes

De modo a apreciar o desempenho dos estudantes que participaram na formação, em função da evolução das suas conceções sobre ciência e sobre o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, aplicou-se novamente o mesmo questionário transcorrida a formação

(junho de 2012)⁹¹. Com a segunda aplicação do questionário foi possível realizar o confronto dos dados obtidos inicialmente com os finais, em relação à evolução das concepções dos estudantes.

À semelhança dos procedimentos realizados na primeira fase do presente estudo, as partes II e III dos questionários (Apêndice 2.1) respondidos após a formação foram analisadas em separado, para identificar (1) as concepções sobre o ensino das ciências e (2) as concepções sobre ciência, respetivamente.

No caso das concepções sobre o ensino das ciências, contabilizaram-se as respostas de cada um dos estudantes e do conjunto dos estudantes relativamente aos grupos de itens designados por ideias aceites e mitos, cotadas em termos de grau de concordância ou discordância de acordo com a Tabela 3.5. Os resultados registados na tabela do Apêndice 9.6 forneceram a tendência das ideias dos estudantes o que permitiu situá-los nos respetivos graus de classificação das concepções sobre o ensino das ciências, de acordo com a escala da Figura 3.2. No final, conjugaram-se os graus obtidos antes e após a formação, para cada estudante, de modo a determinar a extensão e o sentido da evolução das concepções em apreciação.

Em relação à análise das concepções sobre ciência, procedeu-se de acordo com os critérios estabelecidos na aplicação dos questionários durante a primeira fase do presente estudo (ponto 3.2.3.3). Para cada estudante e para o conjunto dos estudantes contabilizaram-se as respostas (em termos do número de afirmações selecionadas e da respetiva justificação) e determinaram-se os perfis de concepções sobre o conhecimento científico e sobre as dimensões metacientíficas, de acordo com o modelo de análise concebido (Figura 3.3). O total de resultados obtidos foi organizado em tabelas e os dados foram contabilizados por estudante e para o total dos estudantes participantes na formação (Apêndice 9.7). Para cada estudante calculou-se o perfil que traduziu a tendência global da concepção sobre ciência. O registo dos resultados finais incluiu a comparação das respostas obtidas antes e depois da formação, possibilitando identificar se, para cada um dos perfis de concepções e para o perfil global, a tendência revelava evolução das concepções dos estudantes (Apêndice 9.7.3) e qual o sentido e extensão dessa evolução.

⁹¹ Cf. ponto 3.2.

A partir de todos os dados que se recolheram sobre o desempenho dos estudantes pretendeu-se garantir, por um lado, critérios de validade interna quanto à sua interpretação, principalmente no modo como se procedeu à triangulação dos dados (Morais & Neves, 2007b; Teddlie & Tashakkori, 2009; Yin, 2009). Por outro lado, também se pretendeu assegurar a credibilidade da relação entre o desempenho dos estudantes e a formação implementada, procurando garantir a consistência dos dados atribuídos à mesma categoria, em diferentes contextos, pelo mesmo observador, neste caso, a investigadora, como recomendam Patton (2001) e Silverman (2001).

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DE RESULTADOS

Finally, it is relevant to point out that we all have models, some are more explicit than others; we all use principles of descriptions, again some are more explicit than others; we all set up criteria [...], again these criteria may vary in their explicitness. Some of our principles may be quantitative, while others are qualitative. But the problem is fundamentally the same. In the end, whose voice is speaking? My preference is to be as explicit as possible.

(Bernstein & Solomon, 1999)

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo, de acordo com o problema e as questões que orientaram a presente investigação e com as opções metodológicas tomadas organiza-se em duas partes, correspondentes às duas fases da investigação, dedicadas, respetivamente: (1) à análise e discussão dos resultados obtidos no estudo exploratório (tipo *survey*); e (2) aos aspetos relativos à implementação do plano de formação e ao desempenho dos estudantes que participaram nesta formação (estudo de caso).

Na primeira parte, apresenta-se a análise dos resultados relativos às conceções dos estudantes da amostra global da investigação e a análise do discurso pedagógico presente nos programas das unidades curriculares dos planos de estudo da Licenciatura em Educação Básica relativas à *Formação para a Área da Docência (FAD) do Estudo do Meio* (ciências naturais). O conjunto destes dados possibilitou a apreciação da formação em relação às

características enunciadas e sustentou uma reflexão baseada no conjunto das interpretações passíveis de elucidarem o papel da formação recebida nas concepções evidenciadas pelos estudantes.

Na segunda parte, analisa-se a prática pedagógica do professor envolvido no estudo de caso, no contexto de uma unidade curricular de cariz didático frequentada pelos estudantes de uma turma do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica. A modalidade de prática pedagógica, implementada através de características sociológicas específicas, foi sustentada em materiais curriculares que contemplam um ensino explícito da metaciência e a sua relação com o ensino das ciências. A análise incidiu sobre o sentido e a extensão da recontextualização que o professor fez das mensagens veiculadas pelos materiais curriculares relativas aos conteúdos subjacentes à formação (*o que*) e ao modo de os explorar (*o como*). Além disso, analisa-se e discute-se o desempenho dos estudantes em termos das aprendizagens em relação à compreensão da metaciência e à importância que atribuem a esta abordagem no ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico (recorrendo aos instrumentos de avaliação e à entrevista) e, também, face aos resultados da apreciação da evolução das concepções, comparando os dados apurados antes e após a formação (através do questionário). O conjunto destes dados possibilitou apreciar o contributo da formação em relação às características estudadas e sustentou uma reflexão baseada no conjunto das interpretações sobre o papel da formação, mediada pela prática do professor, no desempenho dos estudantes.

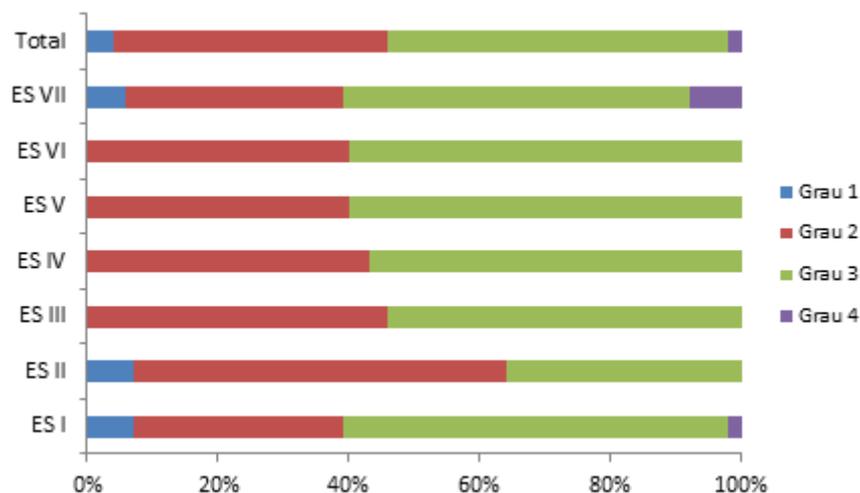
Finalmente, é de realçar que as análises realizadas nas etapas das duas fases da investigação conjugaram dados e informações de natureza quantitativa e qualitativa, embora a maior incidência se tenha colocado na análise qualitativa. As inferências da primeira fase da investigação contribuíram para a conceptualização e desenvolvimento dos procedimentos metodológicos da segunda fase, seguindo uma metodologia mista do tipo sequencial “Quan-QUAL” (Creswell & Clark, 2011; Tedllie & Tashakkori, 2006, 2009). As inferências globais pretendem contribuir para a discussão e reflexão sobre o papel do ensino da metaciência na formação inicial dos professores do 1.º ciclo do ensino básico (Figura 3.1).

2. AS CONCEÇÕES DOS ESTUDANTES

Os procedimentos metodológicos descritos no ponto 3.2 do capítulo da metodologia permitiram categorizar as concepções (1) sobre o ensino das ciências e (2) sobre ciência dos estudantes da amostra global da investigação e do grupo específico de participantes da Escola Superior de Educação onde se aplicou o plano de formação. A análise estatística das respostas obtidas na totalidade dos questionários permitiu caracterizar a amostra global face às medidas demográficas e a outras, previamente definidas, consideradas relevantes para a descrição da amostra. A partir dos resultados obtidos sobre as concepções examinadas (variáveis dependentes), constatou-se não existirem diferenças em função das medidas (variáveis independentes) usadas na descrição da amostra (Tabela 3.2). Embora se tivesse admitido a possibilidade de existirem relações com algum significado entre as concepções identificadas e a variável formação académica anterior, as concepções examinadas revelaram-se invariantes para os dois valores dessa medida (“Humanidades” e “C&T”), como se referiu a propósito da caracterização da amostra global da investigação (capítulo da metodologia, ponto 3.1). Apresenta-se, em seguida, a caracterização das concepções dos estudantes da amostra global da investigação discutindo-se algumas semelhanças e diferenças encontradas.

2.1.As concepções sobre o ensino das ciências

A análise conjugada das respostas à parte II do Questionário (Apêndice 2) para os conjuntos de itens, designados por mitos (7) e ideias aceites (11) permitiu analisar as concepções sobre o ensino das ciências, no 1.º ciclo do ensino básico, em relação à abordagem da metaciência, nas suas quatro dimensões de análise. A tendência de distribuição dos graus de classificação (escala de 4 graus) das concepções dos estudantes sobre o ensino das ciências (Figura 3.2), em termos de frequências relativas, revelou ser semelhante em geral e para cada uma das escolas envolvidas na investigação, como se apresenta na Figura 4.1.



Fonte: Apêndice 3.2.

Figura 4.1. Distribuição dos graus atribuídos às concepções sobre ensino das ciências dos estudantes das sete escolas.

A maioria das concepções evidenciadas pelos estudantes situou-se no grau 3, em geral (52%) e em todas as escolas, exceto na ES II (36%). A percentagem de estudantes cujas concepções foram classificadas nos extremos da escala é residual: no total, 4% no grau 1 (apenas nas escolas I, II e VII) e 2% no grau 4 (apenas nas escolas I e VII), o mais elevado da escala, em termos da contabilização do número de respostas desejáveis (discordantes dos mitos e concordantes com as ideias aceites). No grau 2 ocorreram 42% da totalidade das concepções classificadas. Apenas numa escola (ES II) se verificou uma ocorrência deste grau de concepções num valor superior a 50%.

Se considerarmos a distribuição das respostas, verifica-se uma elevada percentagem de concordância com os mitos e as ideias aceites, em geral, e para cada uma das dimensões metacientíficas⁹². A Tabela 4.1 mostra as percentagens relativas da classificação das respostas de cada uma destas categorias, por item e por dimensão. Considerando as 222 respostas ao conjunto de itens da categoria mitos (7) e da categoria ideias aceites (11), obtiveram-se 1554 e 2442 itens assinalados, respetivamente.

⁹² A frequência relativa de respostas aos itens da categoria mitos, classificadas como “indeciso”, é superior à das respostas consideradas desejáveis – “discordância” - em três pontos percentuais. Este padrão de frequências relativas da amostra total é semelhante ao que se verifica em cada uma das escolas (Apêndice 3.2). De realçar que, para o conjunto dos 18 itens, só um número reduzido de estudantes assinala esse valor em mais de cinco afirmações. Isto pode significar que os estudantes não manifestaram uma tendência de “centralidade” nas respostas à escala de cinco valores (Tuckman, 2012) mas possuíam genuínas dúvidas sobre as afirmações onde assinalaram o grau da escala correspondente ao valor “indeciso”.

Tabela 4.1

Distribuição das respostas nas categorias Mitos e Ideias aceites.

	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)									
	DF		DH	DP	DSI	DSE	X/ (1554)	DF		DH	DP	DSI	DSE		Y (2442)					
	A	D	J	K	Q	G		M	F	O	I	R	B	L		E	N	C	H	P
Nº	193	179	40	134	160	122	149	176	155	176	131	177	151	189	142	189	161	181	1828	
%	93,2	93,2	22,0	89,3	86,5	76,7	89,8	95,1	93,4	95,1	81,9	96,2	91,5	99,5	89,9	97,4	91,0	95,3	75	
Σ (concordância/discordância)	207	192	182	150	185	159	166	185	166	185	160	184	165	190	158	194	177	190	(1954)	
*	15	30	40	72	37	62	54	36	56	37	62	37	55	31	64	28	45	30	481 (20%)	
Total por item	222	222	222	222	222	221	220	221	222	222	222	221	220	221	222	222	222	220	(2435)	

Fonte: Apêndice 3.2.

Nota. Os totais, por item, inferiores a 222 correspondem a casos pontuais de itens não assinalados.

Legenda:

DF- dimensão filosófica; DH- dimensão histórica; DP- dimensão psicológica; DSI- dimensão sociológica interna; DSE- dimensão sociológica externa. A, D, J, ...M – itens da parte II do questionário (Apêndice 2.1) categorizados como Mitos;

C, E, F, ...R – itens da parte II do questionário (Apêndice 2.1) categorizados como Ideias aceites; *indeciso, não classificável.

As percentagens de respostas concordantes com os mitos (X) e com as ideias aceites (Y), em geral e para cada item associado a cada uma das dimensões metacientíficas, foram calculadas relativamente ao número total respeitante a cada uma das categorias. A análise dos resultados mostra que, no global, 75% das afirmações assinaladas são concordantes com as ideias aceites e 63% com os mitos. Em relação às ideias aceites, existe maior concordância com as afirmações associadas à dimensão filosófica, à dimensão psicológica e à dimensão sociológica externa. No caso dos mitos, regista-se uma maior discordância com algumas afirmações relacionadas com a dimensão filosófica e a dimensão sociológica interna. Atendendo ao significado das respostas, pode afirmar-se que os estudantes de todas as escolas participantes na investigação partilham concepções idênticas sobre o ensino das ciências, tanto em relação aos mitos como às ideias aceites.

Analisando os resultados obtidos relativos ao grau de concordância com as afirmações contidas nos itens que representam cada uma das dimensões metacientíficas (Questionário, Apêndice 2.1), verifica-se que há uma tendência de distribuição de respostas em cada uma das escolas próxima do padrão geral, com algumas variações. Não se enunciam estas diferenças, uma a uma, porque se tornaria fastidioso. Procurou-se, ao invés, interpretar alguns dos resultados globais à luz da teoria e dos resultados de outros estudos empíricos levados a cabo com idênticas finalidades, deixando uma reflexão mais aprofundada para a discussão sobre as características da formação conferida em cada escola. Assim, salientam-se algumas escolhas mais frequentes dos estudantes e apontam-se algumas posições aparentemente indecisas e/ou ambíguas, quando se considera o significado das afirmações contidas nos itens do questionário (Parte II).

No que diz respeito às afirmações relativas à dimensão filosófica, é de realçar, como um aspeto positivo, o elevado grau de discordância (apenas 22% dos estudantes concordaram) com o mito relativo à dificuldade das crianças aprenderem ciências (item J), muito superior à discordância manifestada em relação a todos os outros itens desta categoria de análise. Diversos autores (e.g., Afonso, 2008; Gil-Pérez et al., 2001; Osborne & Dillon, 2008; Vázquez & Manassero, 2007) têm chamado insistentemente a atenção para a crença de muitos professores dos primeiros anos de escolaridade sobre a dificuldade de ensinar e aprender ciências. Considerando que os estudantes podiam ter sido influenciados por essa crença dos seus professores, durante a escolaridade básica, a formação conferida na licenciatura e a proclamada perspetiva da promoção da literacia científica para todos poderão ter contribuído para modificar essa ideia.

No caso das afirmações relacionadas com os mitos do ensino da ciência como um conhecimento “certo” (item A) e do ensino de um método científico como uma sequência de procedimentos específicos que conduz a esse conhecimento (item D), os resultados apontam para um aspeto menos positivo porque quase todos os estudantes (mais de 90%) evidenciaram a posse desses mitos, ao manifestarem a sua concordância com as afirmações respetivas. Reconhecendo que estas ideias prevalecem nos manuais escolares, no discurso e nas práticas dos professores (e.g., Grandy & Duschl, 2007; Hodson, 1998; Kosso, 2009) e que estas conceções estão muito arraigadas e são resistentes à mudança, não se estranha o resultado obtido, em particular no que diz respeito ao mito da existência de um método científico único (usado por todos os cientistas no seu trabalho). De facto, mesmo tomando em consideração a formação entretanto adquirida e o discurso socialmente dominante sobre a importância do ensino experimental das ciências, a crença naquele mito poderia levar os estudantes a pensar ser importante, para o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, relacionar a obtenção de resultados válidos, com o método científico capaz de testar e validar os dados a partir dos quais os cientistas elaboram as interpretações e as explicações sobre o real⁹³. Contudo, é de estranhar que a maioria dos estudantes concorde, simultaneamente, que os alunos do 1.º ciclo devem estudar ciências “porque lhes fornece explicações corretas e incontestáveis sobre os fenómenos e acontecimentos do mundo natural”, quando também concordam que esse tipo de conhecimento é sistematicamente sujeito a validação e, por isso, contingente.

Em relação à dimensão histórica, a maioria dos estudantes possui perspetivas aparentemente opostas, sobre o ensino/aprendizagem das ciências, entre o mito de uma ciência feita de conhecimento acumulado (item K) e as ideias aceites de uma ciência em evolução (itens I e R). Uma possível interpretação para este facto é os estudantes associarem o estudo de episódios da história da ciência, no processo de ensino/aprendizagem, à mudança das ideias em ciência, mas nem sempre relacionam essas mudanças com as influências da cultura da sociedade na época em que surgiram. Esta interpretação é corroborada pelos resultados de alguns estudos que mostram haver escassas referências à dimensão histórica da ciência nos manuais escolares do 3.º ciclo do ensino básico (Calado & Neves, 2012) e nos programas oficiais (Ferreira & Morais, 2010) e, quando existem, são de carácter essencialmente descritivo e perspectivadas de um modo mais próximo das visões

⁹³ Como afirma Kosso (2009), é necessário explicitar a coerência das práticas do trabalho científico; caso contrário “é deixada de lado a gramática da literacia científica” (p. 33).

empírico-indutivistas da ciência, como afirmam Pereira e Amador (2007), em resultado da análise de manuais escolares do 2.º ciclo do ensino básico.

No que diz respeito à dimensão psicológica, realça-se a valorização, no ensino/aprendizagem das ciências, de transmitir uma imagem (mito) do cientista que trabalha apenas pelo “desejo da descoberta”, alheando-se de outros aspetos do quotidiano. Este dado é coerente com os resultados obtidos em estudos clássicos (e.g., Driver et al., 1996) sobre o facto da imagem dos cientistas ter subjacente uma mensagem estereotipada de pessoas desinteressadas em relação aos valores materiais e de constituírem um grupo profissional honesto e objetivo no desenrolar do seu trabalho. As afirmações contidas na categoria das ideias aceites não se opõem diretamente a esta imagem porque apelam ao estudo de características habitualmente associadas ao trabalho científico: empenho, persistência, imaginação e criatividade.

Em relação à dimensão sociológica, na sua vertente interna, as escolhas dos estudantes revelam que eles atribuem grande importância à vivência de atividades de trabalho cooperativo dos alunos no ensino/aprendizagem das ciências. Esta escolha está, provavelmente, mais relacionada com a ênfase colocada na relevância da organização de atividades colaborativas (a pares e em grupo), durante a sua formação académica, como facilitadora da aprendizagem em geral, do que para explicar a ideia do papel dos grupos de investigação na produção do conhecimento científico. De facto, em termos do modo como decorre o trabalho no interior da comunidade científica, as respostas evidenciam posições ambíguas. Por um lado, foi clara a existência do mito de que os cientistas procuram chegar a acordo no seu trabalho “evitando controvérsias” e, por outro lado, a ideia de que os alunos devem “analisar situações em que existe discordância entre os cientistas de forma a adquirirem uma visão mais real das condições em que se desenrola o trabalho científico”. Esta aparente contradição pode significar que os estudantes não valorizam a ideia de ensinar que a discordância entre os cientistas, podendo originar controvérsias mais ou menos prolongadas no tempo, é um motor para a construção do conhecimento científico e para a sua legitimação pelos pares (Ziman, 2000).

Um outro exemplo de uma certa ambiguidade das respostas dos estudantes verificou-se no caso da dimensão sociológica na sua vertente externa. Um elevado número de estudantes concordou com a relevância do estudo das ciências, no sentido de fornecer aos alunos do 1.º ciclo do ensino básico as bases para a compreensão de questões científicas e tecnológicas do quotidiano e com o estudo de “exemplos de bons e maus usos” da ciência e

tecnologia, visando a apreciação dos seus impactos na sociedade atual. Contudo, foi evidente a posse do mito sobre o principal objetivo da ciência e da tecnologia se destinar a facilitar a vida dos cidadãos (item M). É provável, que durante a formação acadêmica, os estudantes tenham sido sensibilizados para a discussão de questões envolvendo as relações da ciência, tecnologia e sociedade (abordagem CTS), em particular no estudo de temas de ambiente e ecologia, sem que esse conhecimento tenha modificado as ideias arraigadas sobre os objetivos da investigação científica e tecnológica: a resolução de problemas que só interessam à humanidade. Uma outra explicação para estes resultados poderá ser a relevância que alguns setores da sociedade atribuem às questões sociocientíficas relacionadas, em particular, com o ambiente e a saúde pública e ao discurso educativo sobre a importância da abordagem das relações ciência, tecnologia e sociedade no ensino das ciências (e.g., Aikhenhead, 2009; Santos, 2005a; Solomon, 1988; Ziman, 1980, 1994), sendo provável que alguns estudantes se tenham apropriado desse discurso.

Em síntese, quando se analisam, globalmente, as concepções sobre o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico dos estudantes do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica constata-se que as escolhas da maioria dos estudantes, independentemente da escola onde frequentam a licenciatura, revelam a posse de concepções semelhantes, em relação à importância da abordagem de perspectivas metacientíficas (conhecimentos e/ou capacidades) no ensino/aprendizagem ao nível do 1.º ciclo do ensino básico.

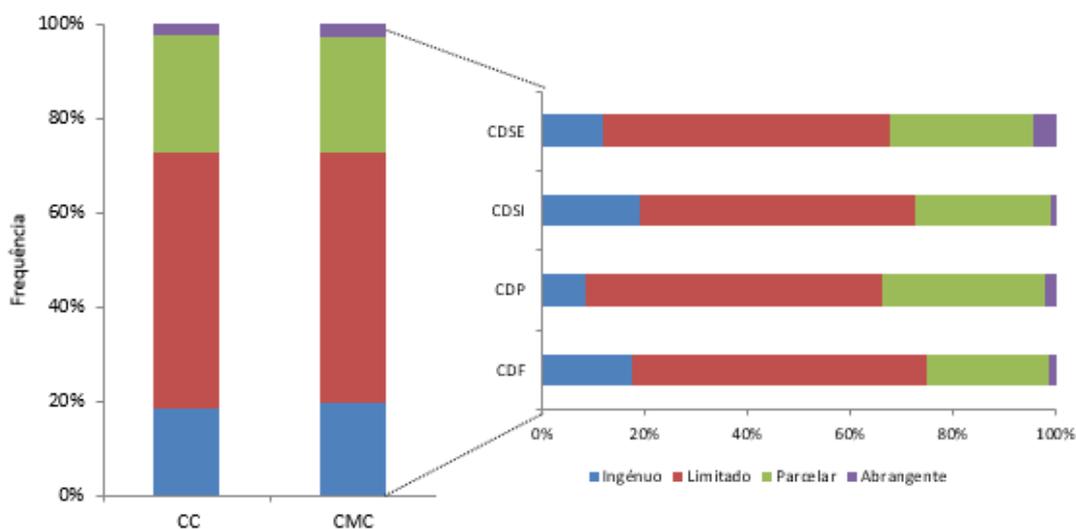
No geral, verifica-se que, a larga maioria dos estudantes partilha um elevado número de ideias aceites, relacionadas com cada uma das dimensões metacientíficas. Atendendo ao facto das afirmações referentes a cada uma das quatro dimensões de análise da ciência refletirem uma parte da mensagem do discurso pedagógico oficial para o ensino das ciências, contida nos documentos curriculares (DEB, 2001, 2004), e da mensagem veiculada através de programas oficiais de formação de professores (e.g., o *Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências*), é razoável pensar que os estudantes se apropriaram, em parte, do discurso socialmente dominante sobre a relevância do ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico. Porém, nas concepções dos estudantes persistem alguns mitos associados às quatro dimensões metacientíficas o que poderá ter impedido que um maior número de estudantes atingisse o grau mais elevado atribuído às concepções em análise. Admite-se que os estudantes tenham contactado, frequentemente, com alguns desses mitos sobre o conhecimento científico, sobre as características individuais dos cientistas e sobre os modos de trabalho investigativo durante a escolaridade formal e que, as escolhas feitas, nas

respostas ao questionário, exprimam essas representações/aprendizagens sobre o ensino das ciências.

2.2.As concepções sobre ciência

As concepções sobre ciência dos estudantes foram examinadas a partir das seguintes categorias de análise: (1) concepção sobre o conhecimento científico (C_C); e (2) concepção sobre a metaciência, tendo em conta as dimensões de construção da ciência de Ziman (1984, 2000), analisada face a cinco aspetos: dimensões metacientíficas (filosófica, histórica, psicológica e sociológica nas suas vertentes interna e externa) envolvidas na construção do conhecimento científico (C_{MC}) e características de cada uma dessas dimensões tal como se descreveu no capítulo da metodologia (ponto 3.2.3.3). Assim, realizou-se uma análise dos resultados da parte III do questionário (Apêndice 2.1), item a item, uma vez que cada um deles diz respeito à concepção de um aspeto particular da conceptualização sobre ciência. Para situar os estudantes nos quatro perfis de concepções sobre ciência (Ingénua, Limitado, Parcelar e Abrangente), em relação a cada uma das concepções referidas, tal como foram definidos no modelo de análise (Figura 3.3), conjugou-se o número de afirmações assinaladas em cada item com a respetiva justificação apresentada pelo respondente. De realçar, novamente, que se considera haver um progressivo aumento do nível de conceptualização do perfil ingénua para o abrangente, em função da abrangência e diversidade de perspetivas sobre ciência englobadas em cada perfil. O gráfico da Figura 4.2 mostra a frequência relativa, para cada concepção, dos perfis em que os estudantes ($n=222$) foram categorizados.

Quando se consideram as concepções dos estudantes sobre o conhecimento científico e sobre o conhecimento metacientífico, constata-se que a distribuição dos perfis conceptuais é muito semelhante para ambas as concepções, com predomínio do perfil limitado (54,1% e 53,2 %, respetivamente). Para as concepções categorizadas no perfil abrangente o resultado apurado foi residual, na ordem dos dois pontos percentuais. No perfil parcelar, as percentagens variaram entre os 25,2% para o conhecimento científico e os 24,3% para o conhecimento metacientífico e no perfil ingénua ocorreram ainda em menor percentagem sendo a mais baixa (18,5%) sobre o conhecimento científico e a mais elevada (19,8%) para a concepção sobre o conhecimento metacientífico.



Fonte: Apêndice 3.3.

Figura 4.2. Distribuição dos perfis de concepções sobre ciência (C_C , conhecimento científico; C_{MC} , conhecimento metacientífico, expresso em termos das seguintes dimensões metacientíficas: C_{DF} , filosófica; C_{DP} , psicológica; C_{DSI} , sociológica interna; C_{DSE} , sociológica externa).

A tendência observada, para cada uma das dimensões metacientíficas examinadas, situa a maioria dos estudantes no perfil limitado. Porém, há menos casos classificados no perfil ingénua (8,6% e 11,7%) e mais nos perfis parcelar (31,5% e 27,9%) e abrangente (2,2% e 4,5%), respetivamente para as concepções sobre as dimensões psicológica e sociológica externa da ciência. O nível de conceptualização mais baixo, determinado pela distribuição dos quatro perfis, registou-se em relação à dimensão sociológica interna da ciência, com a maior frequência de estudantes situados no perfil ingénua (18,9%) e a menor no perfil abrangente (0,9%).

Em seguida, considerando a natureza de cada um dos perfis conceptuais (sobre o conhecimento científico e sobre as dimensões metacientíficas, em conjunto e individualmente) e de acordo com os procedimentos metodológicos descritos (ponto 3.2), determinou-se a tendência do perfil conceptual global sobre ciência, para cada um dos estudantes, situando-a no *continuum* de perfis considerados no modelo de análise (Figura 3.3). A partir dos resultados dos perfis globais verifica-se que, em geral, cerca de três quartos (76,6%) dos estudantes ($n=170$) da Licenciatura em Educação Básica, pertencentes à amostra usada na investigação ($n=222$), possuem concepções de natureza limitada (66,2%) ou ingénua (10,4%) sobre ciência quando analisadas à luz da concepção multidimensional de ciência que subjaz ao quadro teórico da presente investigação. Os restantes (23%) situam-se no perfil global parcelar e apenas um estudante atingiu o perfil abrangente. Este padrão é

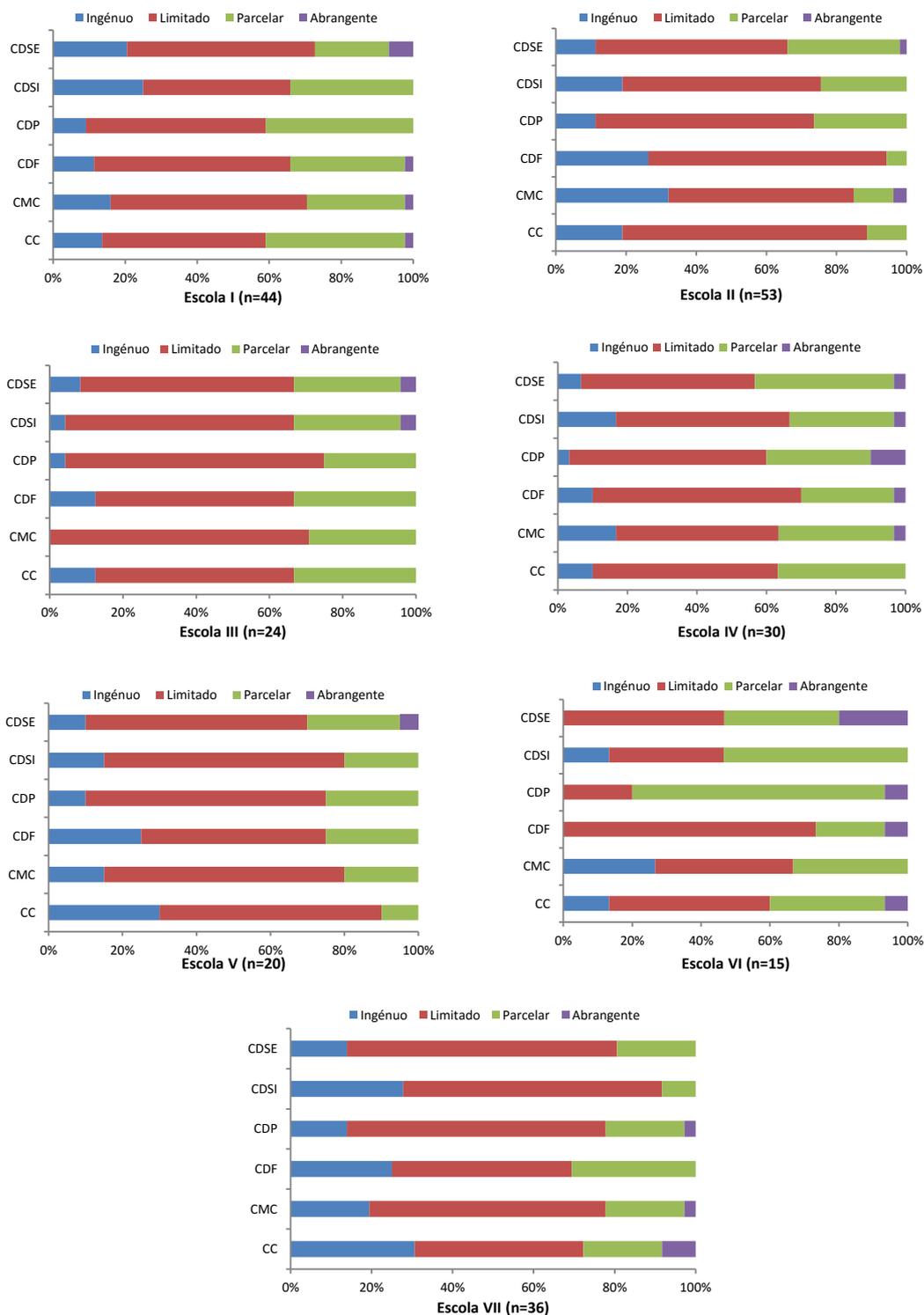
muito próximo ao encontrado quando se consideram, separadamente, os participantes de cada uma das escolas (Apêndice 3.3), exceto no caso de uma das escolas (ES VI) em que os perfis globais se distribuem quase equitativamente pelas categorias de parcelar e limitado.

Os gráficos da Figura 4.3⁹⁴ mostram a frequência relativa da distribuição dos quatro tipos de perfis em cada escola, para cada uma das concepções analisadas. Analisando os dados obtidos em cada uma das escolas verifica-se que são próximos dos resultados globais, ou seja, existe uma nítida preponderância de casos situados no perfil limitado, para todas as concepções examinadas, e um número reduzido de casos no perfil abrangente apenas para algumas das concepções estudadas. Ressalvando o facto de o número de respondentes por escola ser variável, em geral, os perfis de mais elevado nível conceptual (parcelar e abrangente) estão mais representados numa única escola (ES VI) e os perfis de mais baixo nível (ingénuo e limitado) estão mais representados em três escolas (ES II, ES V e ES VII). Contudo, a representatividade dos perfis, em cada escola, também varia consoante a concepção examinada.

No que diz respeito à concepção sobre o conhecimento científico, em duas escolas (ES I e ES VI) verifica-se a ocorrência de um valor superior ao global, em mais de dez pontos percentuais, do número de estudantes categorizados nos dois perfis de nível conceptual mais elevado. Duas das escolas (ES II e ES V) onde se registaram as percentagens mais elevadas de casos situados no perfil limitado foram também as que apresentaram maior frequência (cerca de 90%) na distribuição pelos dois tipos de perfis de menor nível de conceptualização.

Relativamente às concepções sobre o conhecimento metacientífico, examinadas em relação ao conjunto das quatro dimensões metacientíficas, evidencia-se o facto de apenas uma escola (ES IV) ter superado o valor global dos perfis de nível conceptual mais elevado (27%) em cerca de dez pontos percentuais. Numa outra escola (ES III) não ocorreram casos situados no perfil ingénuo e, noutra ainda (ES II), este perfil teve expressão em cerca de um terço dos casos analisados.

⁹⁴ De modo a facilitar a organização dos dados, estes gráficos não se subdividiram nas dimensões metacientíficas a partir dos resultados apurados para as concepções sobre cada uma dessas dimensões.



Fonte: Apêndice 3.3.

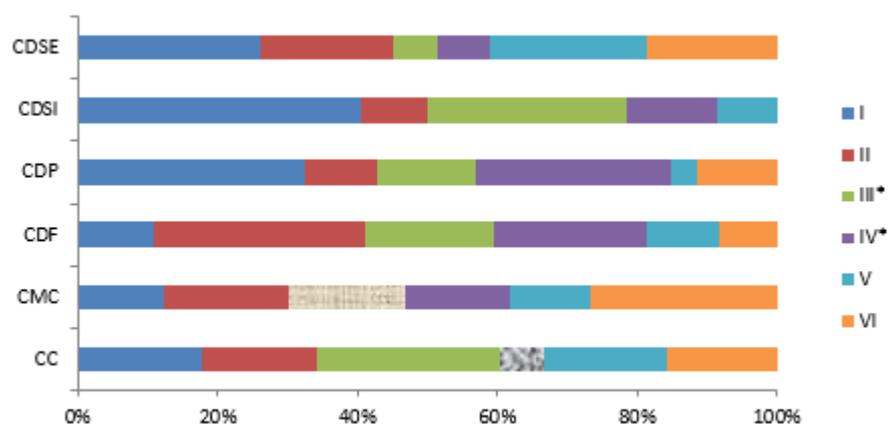
Figura 4.3. Distribuição dos tipos de perfis de concepções sobre ciência dos estudantes de cada uma das sete escolas (n, número de respondentes; CC, conhecimento científico; CMC, conhecimento metacientífico; dimensões: CDF, filosófica; CDP, psicológica; CDSI, sociológica interna; CDSE, sociológica externa).

Uma análise mais específica dos resultados apurados, em relação a cada uma das dimensões metacientíficas examinadas, permite realçar alguns aspetos distintivos das

concepções que detêm os estudantes das sete escolas. Assim, no que se refere à concepção sobre a dimensão filosófica, verifica-se que na maioria das escolas o padrão de distribuição dos perfis é próximo do global. Contudo, os estudantes categorizados no perfil abrangente pertencem apenas a três escolas (ES I, ES IV e ES VI) e, numa destas escolas (ES VI), não se registaram casos situados no perfil ingénuo. Apenas uma escola (ES II) apresenta uma distribuição de perfis muito afastada do valor global porque 94,3% dos estudantes foram categorizados nos níveis de conceptualização mais baixos (ingénuo e limitado).

Em relação às concepções sobre as dimensões psicológica e sociológica, nas suas vertentes externa e interna, numa das escolas (ES VI) verificou-se a ocorrência de uma percentagem de casos situados nos dois perfis de nível de conceptualização mais elevado – abrangente e parcelar – superior aos valores obtidos na amostra global (80%, 53,3% e 53,4%, respetivamente). É de realçar que, embora o perfil abrangente, em relação à dimensão sociológica externa, esteja representado em todas as escolas à exceção de uma delas (ES VII), a ES VI apresenta o valor máximo registado (20%). É, também, nesta escola que a dimensão psicológica tem uma representatividade muito superior ao padrão de distribuição geral dos perfis abrangente e parcelar. Ainda em relação à dimensão sociológica, é de realçar que em duas escolas (ES I e ES VII) cerca de um quarto dos estudantes foram categorizados no perfil ingénuo para a vertente interna e também ocorreu a maior percentagem de casos situados nesse perfil para a vertente externa. Um outro resultado que merece atenção é o facto de, numa das escolas (ES VII), a distribuição dos perfis relativos às três concepções atrás referidas apresentar os valores de mais baixo nível conceptual, com particular relevo para a dimensão sociológica interna com 91,7% dos estudantes categorizados nos perfis ingénuo e limitado.

Quando se tem em conta a presença de justificações adequadas ou parcialmente adequadas para as afirmações assinaladas em cada resposta (Questionário, parte III, Apêndice 2.1), fator essencial para a categorização dos estudantes num determinado perfil (Figura 3.3), surgem outros aspetos que merecem relevo. Por exemplo, a frequência com que os estudantes selecionaram as afirmações associadas aos mitos sobre o carácter verdadeiro (14%) do conhecimento científico e, em particular, a afirmação correspondente ao mito da existência de um método científico, selecionada por 39,6% dos estudantes, foi determinante para atribuir aos estudantes um dos quatro perfis em relação a estas duas concepções, como mostra o gráfico da Figura 4.4.



Fonte: Apêndice 3.3.

Figura 4.4. Frequência das afirmações (I, II, III, IV, V e VI) assinaladas nas respostas correspondentes às concepções em análise (C_C , conhecimento científico; C_{MC} , conhecimento metacientífico; dimensões: C_{DF} , filosófica; C_{DP} , psicológica; C_{DSI} , sociológica interna; C_{DSE} , sociológica externa). As afirmações assinaladas com asterisco e preenchidas com texturas distintas nas colunas respectivas correspondem aos mitos da “certeza em ciência” (afirmação IV, C_C) e do “método científico” (afirmação III, C_{MC}).

Estes resultados podem significar que apenas os estudantes que assinalaram a afirmação correspondente ao mito sobre o caráter “verdadeiro” do conhecimento científico detêm uma concepção de conhecimento científico como “o único legítimo e objetivo”. Por exemplo, dos trinta e um estudantes que selecionaram essa afirmação, oito justificaram adequadamente a sua escolha, reforçando a posse dessa ideia (Apêndice 3.3). As justificações que se transcrevem a seguir⁹⁵, procuram ilustrar esta interpretação:

O conhecimento científico baseia-se em factos comprovados, obedece a critérios de rigor e fornece explicações para os fenómenos que ocorrem na realidade. Este conhecimento é fruto do contributo de várias pessoas ou mesmo instituições de diversas áreas do saber. Para além destes aspetos, importa referir que o conhecimento científico não engloba dogmas nem conhecimentos pré-definidos como incontestáveis. Aliás, ao longo do tempo, como a ciência é um campo dinâmico, verifica-se que o que é a verdade hoje pode não ser amanhã [ES II, 62].

[...] tem a ver com o facto de realmente o conhecimento científico prender-se num conjunto de explicações racionais e que procuram ainda mais explicações para além da realidade conhecida. Para mim, o conhecimento científico tem uma evolução constante, ao longo do tempo, de acordo com a lógica e com a realidade vivida numa determinada altura [ES I, 32].

Ainda em relação aos mitos, um outro aspeto a salientar é não só o facto de muitos estudantes revelarem conceber a investigação científica como possuindo um método próprio,

⁹⁵ Todas as transcrições dos textos dos estudantes são literais (*sic*).

mas também, alguns de entre eles, assinalarem exclusivamente a afirmação correspondente a esse mito e justificarem a escolha, reforçando a ideia. Tal é o caso dos estudantes que afirmam: “o conhecimento científico é construído com base de experimentações bem definidas, e deve evoluir conforme novas «pistas» ou descobertas” [ES II, 58]; “porque penso que o conhecimento científico é construído por um processo sistemático de experimentação” [ES II, 73].

Em seguida, apresentam-se alguns dados mais detalhados resultantes da análise das escolhas dos estudantes relativas às afirmações associadas a cada uma das concepções em estudo, tal como foram expressas no questionário (Parte III).

No que concerne às concepções sobre o conhecimento científico, realça-se o significado positivo, em termos da compreensão da natureza do conhecimento científico, de apenas um reduzido número de estudantes ter revelado a posse do mito da ciência como único conhecimento verdadeiro e um elevado número ter referido a importância do conhecimento originar novos problemas e novas investigações (*fecundidade*). Tal resultado poderá ser atribuído ao facto de, na formação científica anterior, terem sido tornado explícitas estas duas perspectivas em relação com a aprendizagem dos conhecimentos e/ou capacidades científicas. O mesmo não se pode inferir em relação à afirmação que exprime o conceito de *exatidão preditiva*. Neste caso, poder-se-ia esperar um nível de escolha mais elevado, partindo do pressuposto que os estudantes já tiveram oportunidade de realizar atividades para testarem as suas previsões como forma de ilustrarem e/ou explicarem fenómenos e acontecimentos no ensino básico e/ou secundário (DEB, 2001) e nas disciplinas da componente de formação em ciências naturais que frequentaram nos dois primeiros anos da Licenciatura em Educação Básica. Isto pode significar que, mesmo quando realizam atividades práticas, em que estão envolvidas capacidades de processos científicos, os estudantes não adquirem o conceito, se não for feita a transposição para o contexto da aprendizagem sobre ciência, tornando explícito este valor epistémico que caracteriza o conhecimento científico envolvido. Quanto às outras perspectivas, evidenciando os valores epistémicos da ciência, pode-se afirmar que raramente terão sido abordadas no ensino/aprendizagem das ciências.

A análise das concepções sobre o conhecimento metacientífico é mais fecunda quando se consideram os resultados obtidos em geral e relativamente a cada uma das dimensões metacientíficas em particular. O facto de o conhecimento sobre a dimensão psicológica da ciência ser o mais representado nos dois perfis de maior nível de conceptualização, poderá

decorrer das características da formação dos estudantes na Licenciatura em Educação Básica e não da formação académica anterior. Esta ilação sustenta-se nos resultados de alguns estudos empíricos que analisaram a expressão das perspetivas associadas a esta dimensão metacientífica nos programas (e.g., Ferreira & Morais, 2010), nos manuais escolares (e.g., Calado & Neves, 2012) e nas práticas pedagógicas (Alves & Morais, 2012), nos quais se verificou que tais perspetivas raramente eram abordadas ao nível do 3.º ciclo do ensino básico.

Na realidade, os resultados de outros estudos empíricos (e.g., Driver et al., 1996) mostraram que os alunos mais jovens possuem, habitualmente, uma imagem estereotipada do cientista, como um ser humano genial, desinteressado da maioria das coisas que ocupam o pensamento dos não cientistas, envolvido apenas na descoberta de novo conhecimento e na invenção de novos processos de investigação e de artefactos inovadores. Esta interpretação é corroborada pela reduzida escolha dos estudantes em relação à afirmação que contemplava a desonestidade intelectual dos cientistas (Apêndice 3.3).

Alguns autores referem que estas ideias persistem na idade adulta e, por vezes, são reforçadas pelo modo como o trabalho científico é divulgado na sociedade (Canavarro, 2000; Solomon, 1999; Ziman, 2000). Este aspeto também pode estar relacionado com o baixo nível de conceptualização dos estudantes relativo à dimensão sociológica interna. De facto, estudos sociológicos realizados a partir dos anos 70 do século passado, que procuraram identificar as normas e valores conducentes ao consenso no interior dos grupos de investigação (e.g., Knorr-Cetina, 1981, 1999), evidenciaram os diferentes processos de trabalho que os cientistas prosseguem até chegarem a acordo sobre um determinado resultado. Porém, a visão transmitida à sociedade sobre o modo como se desenrola o trabalho científico é, geralmente, limitada à divulgação de resultados da investigação comunicados pelos cientistas e/ou das controvérsias que emergem no interior da comunidade científica sobre assuntos com impacto social, capazes de originarem controvérsias sociocientíficas, como é o caso do debate mundial em torno das alterações climáticas. Isto pode explicar, em parte, a preferência dos estudantes pelas afirmações que se referem à controvérsia e à comunicação científica e a baixa frequência de escolha das afirmações que exprimem a rivalidade e a competição entre os grupos de investigação (Apêndice 3.3). Para além disso, e considerando que a distribuição de perfis obtidos na maioria das escolas aponta para uma baixa conceptualização desta dimensão metacientífica, pode-se afirmar que a abordagem relativa a esta dimensão no ensino formal das ciências é limitada.

O conhecimento sobre a dimensão sociológica externa da ciência tem expressão numa distribuição de perfis semelhante à verificada em relação à dimensão psicológica. A representatividade daquela dimensão metacientífica poderá estar associada à grande relevância que assume a perspetiva CTS no ensino das ciências, desde os anos 80/90 do século passado, e que estes estudantes poderão ter experienciado na escolaridade formal (e.g., Santos, 2005a; Martins, 2014; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011). Acresce a este facto, a possível influência, para a formação destes estudantes, das inúmeras iniciativas de aprendizagem não formal das ciências organizadas em Portugal, de entre as quais se destacam o Programa Ciência Viva, a crescente publicação de revistas e livros de divulgação científica e o papel da comunicação social, embora discutível quanto à forma e aos conteúdos, na abordagem de temas diversos e de controvérsias sociocientíficas locais ou globais (e.g., Costa, Ávila & Mateus, 2002; Fiolhais, 2011).

O conhecimento sobre a dimensão filosófica da ciência é o menos representado nos perfis dos dois níveis de conceptualização mais abrangentes. Os resultados apurados indicam que a maioria dos estudantes partilha uma visão empirista do conhecimento científico, não só pelas escolhas que fizeram em relação às perspetivas englobadas nesta dimensão metacientífica, como pela frequência com que se verificou possuírem o mito sobre a existência de um método científico único, como já se referiu. De realçar que a tendência verificada na escolha desta afirmação é bastante variável nas sete escolas em estudo, o que pode significar existir uma influência determinante da formação dos estudantes no que diz respeito à metodologia do trabalho científico. Apesar disso, este resultado corrobora as críticas e as recomendações de diversos autores sobre o modo como se abordam e exploram os métodos (processos) da ciência, quer na escola básica (e.g., Kosso, 2009; Sá, 2002; Santos, 2005a), quer na formação de professores (e.g., Akerson, Cullen & Hanson, 2009; Alves, 2010; Deus, 2010; Osborne & Dillon, 2008), fazendo perdurar crenças limitadoras da compreensão relativa ao trabalho investigativo em ciência. Finalmente, a reduzida expressão da escolha da perspetiva relativa à dimensão histórica da ciência e a ausência de justificações dos estudantes que elucidassem esse facto, não possibilita retirar quaisquer ilações sobre o conhecimento dos estudantes relacionado com esta dimensão metacientífica.

Em síntese, face aos resultados apurados, pode afirmar-se que, em geral, apenas cerca de um quarto dos estudantes inquiridos revela possuir um maior nível de conceptualização (perfis parcelar e abrangente) sobre ciência, quando categorizados de acordo com o perfil global. Apreciando separadamente os perfis obtidos relativamente ao conhecimento

científico e ao conhecimento metacientífico, quando examinados em relação ao conjunto das perspectivas decorrentes do quadro teórico que sustenta a investigação (Lederman, 2007; Matthews, 2009a, 2009b; McMullin, 1982; Ziman, 1984, 2000), os resultados indicam a predominância do perfil limitado, a existência de cerca de um quarto de estudantes situados nos perfis parcelar e abrangente e, ainda, a ocorrência de cerca de um quinto de casos situados no perfil ingênuo. Pode ainda afirmar-se que o padrão global de distribuição dos estudantes, em cada um dos perfis considerados, é muito próximo dos padrões verificados para cada uma das escolas.

Com base na análise dos resultados obtidos em função das variáveis dependentes consideradas (os perfis conceptuais relativos a cada uma das concepções examinadas) pode afirmar-se que não se encontraram diferenças em termos da formação académica anterior à entrada no ensino superior, tal como já se discutiu a propósito da caracterização da amostra (capítulo da metodologia, ponto 3.1). O facto de a maioria dos estudantes possuir concepções limitadas sobre ciência pode significar que existem lacunas na educação científica em todos os níveis de escolaridade, porque não se registaram diferenças entre o desempenho dos estudantes com formação em ciências no ensino secundário e os que apenas tinham frequentado disciplinas de Ciências Naturais e Físico-Química no 3.º ciclo do ensino básico. Uma outra possível explicação é que a formação superior durante os dois primeiros anos da Licenciatura em Educação Básica foi insuficiente para integrar as várias dimensões metacientíficas, em termos de conhecimentos e de capacidades, e estabelecer a sua relação com a aprendizagem em ciências.

A representatividade dos perfis conceptuais relativos a cada uma das concepções examinadas varia, em geral, nas sete escolas frequentadas pelos respondentes e, em particular, para algumas das concepções analisadas. Mas os resultados obtidos em cada uma das Escolas Superiores de Educação seleccionadas para a investigação e as reflexões apresentadas só poderão ser melhor elucidados após a análise das características da formação conferida nessas escolas.

2.3. A abordagem da metaciência nos programas

De acordo com os procedimentos metodológicos indicados e discutidos no ponto 3.3 do capítulo da metodologia, realizou-se uma análise curricular geral dos planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica (LEB) de cada uma das Escolas Superiores de

Educação envolvidas na primeira fase da investigação, para caracterizar em termos globais a formação conferida em cada uma das escolas, relativa às ciências naturais. Em seguida, procedeu-se à análise dos programas das unidades curriculares do 1.º e 2.º anos da licenciatura de modo a caracterizar as mensagens veiculadas pelos programas no que diz respeito à forma de abordagem da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades) na sua relação com a ciência. Esta secção incide nas análises referidas.

2.3.1. Caracterização geral da formação conferida pelas escolas superiores

Apesar de existirem opções diferentes, em cada escola (ES), em termos da distribuição das unidades curriculares (UC) de *Formação na Área da Docência (FAD) do Estudo do Meio* (ciências naturais) e da respetiva didática, os programas que incidem na aprendizagem científica das áreas habitualmente designadas por física, química, biologia, geologia e ecologia, são lecionados no 1.º e 2.º anos do curso. No 3.º ano a formação inclui unidades curriculares de cariz didático e de aprendizagem científica, sendo algumas opcionais e outras obrigatórias como acontece em três escolas (ES II, ES V e ES VI). Contudo, os nomes atribuídos aos programas destas unidades curriculares, lecionadas no 3.º ano da licenciatura (Tabela 3.7), sugerem tratar-se de unidades curriculares que incidem, essencialmente, nas aprendizagens sobre ciência no âmbito da saúde e do ambiente.

A análise dos programas incidiu nas unidades de análise dos indicadores: Objetivos, Temas, Orientações metodológicas e Avaliação. A análise do conjunto dos programas (Apêndice 5) evidenciou alguns princípios gerais do discurso pedagógico que orientou a formação conferida, em cada escola, em termos da aprendizagem *em* ciência, da aprendizagem *sobre* a ciência e da aprendizagem sobre o ensino das ciências⁹⁶. Para extrair esses princípios gerais, recorreu-se, essencialmente, ao conteúdo expresso no indicador temas e também no indicador objetivos onde se incluíram as finalidades dos programas. Em seguida, procedeu-se à caracterização geral da formação conferida, no 1.º e 2.º anos, em cada uma das escolas.

⁹⁶ Segundo a legislação em vigor que rege o desenho dos planos de estudos da LEB é obrigatória a inclusão de uma área de Iniciação à Prática Pedagógica com um peso curricular de 15 a 20 créditos. A duração e os contextos onde os estudantes realizam a prática é variável de instituição para instituição. Admite-se que a organização desta componente de formação em cada Escola Superior de Educação possa influenciar a abordagem sobre o ensino das ciências que se evidencia em alguns programas. Este aspeto não foi analisado porque ultrapassa o âmbito da presente investigação.

Numa das escolas (ES I), os programas das três unidades curriculares obrigatórias possuem igual número de créditos (cinco). Um programa foca a aprendizagem científica no âmbito da física e química e outro nas áreas da biologia e geologia. O terceiro programa incide na aprendizagem sobre ciência, centrando-se em assuntos relacionados com questões sociocientíficas atuais e com a evolução do conhecimento científico, como se expressa nas duas unidades de análise seguintes: “Interacções CTS – estudos de caso: questões ambientais; problemas da biomedicina; complexidade das comunicações e circulação da informação” [UC de *Ciência e Sociedade*, Indicador *Temas*, UA 17, ES I]; “Origens e evolução do conhecimento científico. Das ideias de mundo a um mundo de ideias: a fundação da ciência moderna – Crises e controvérsias nas ciências físico-naturais” [UC de *Ciência e Sociedade*, Indicador *Temas*, UA 18, ES I]. A oferta de disciplinas opcionais nesta escola é constituída por três unidades curriculares com igual número de créditos (cinco). Em termos globais, considerando que os programas das opções *Ciências do Ambiente e Saúde e Sociedade* contemplam aspetos relacionados com as ciências naturais e as ciências sociais⁹⁷, nos dois primeiros anos da Licenciatura em Educação Básica existe uma formação científica correspondente a um intervalo de quinze a vinte créditos, consoante as opções frequentadas.

A formação conferida noutra escola (ES II) está distribuída por duas unidades curriculares obrigatórias centradas na aprendizagem científica que perfazem um total de 12 créditos. A única unidade curricular opcional (4 créditos) é oferecida no 3.º ano da LEB. O programa de *Ciências Naturais* integra conhecimentos científicos de biologia celular e de biologia humana e preconiza, também, a aplicação dos conhecimentos científicos em termos de comportamentos relativos à saúde do organismo quando se afirma: “Aplicar conceitos básicos de fisiologia em temas relacionados com a saúde” [UC de *Ciências Naturais*, Indicador *Objetivos*, UA 8, ES II]. Às *Ciências do Ambiente* está subjacente um programa onde se enuncia um vasto conjunto de assuntos, abrangendo conhecimentos científicos das áreas da física, química, geologia e ecologia. As atividades referidas nesta unidade curricular contemplam, também, aspetos relacionados com a aprendizagem sobre o ensino das ciências, como por exemplo: “[...]. Aplicar os conhecimentos adquiridos na elaboração e na

⁹⁷ Os programas referidos, embora não estejam subdivididos em módulos de formação que contemplem separadamente as ciências naturais e as ciências sociais, integram conhecimentos de ambas as áreas científicas pelo que estão contabilizados em conjunto, para efeitos do cálculo dos créditos da FAD do *Estudo do Meio*. Esta situação ocorre em programas das unidades curriculares obrigatórias e/ou de opção em outras Escolas Superiores. De realçar o facto da formação mais abrangente, articulando aprendizagens relacionadas com as ciências naturais e com as ciências sociais num mesmo programa, ser coerente com as orientações curriculares nacionais para o Pré-escolar e para o 1.º Ciclo do ensino básico, ou seja, os níveis de escolaridade para os quais a maioria dos estudantes obterá diplomas em ensino.

apresentação de um trabalho suscetível de transferência para o contexto pedagógico;” [UC de *Ciências do Ambiente*, Indicador *Objetivos*, excerto da UA 4, ES II].

No que diz respeito a outra das escolas (ES III), a formação inclui quatro unidades curriculares obrigatórias, distribuídas pelo 1.º e 2.º anos, com um peso curricular correspondente a 21 créditos. O programa de *Ciências do Ambiente* visa a aprendizagem científica ao nível do estudo da origem, evolução e diversidade dos seres vivos, incluindo “Noções Básicas de Ecologia” [UC de *Ciências do Ambiente*, Indicador *Temas*, UA 15, ES III]. As outras duas unidades curriculares referem-se a conhecimentos da área da física e da química e a conhecimentos da área da geologia incluindo especificamente um tópico de “Climatologia e Meteorologia” [UC de *Ciências Naturais*, Indicador *Temas*, UA 12, ES III]. O programa de *Saúde e Sociedade* é mais abrangente do que os já referidos, pois integra a aprendizagem de conhecimentos científicos básicos de biologia humana, saúde e ambiente e aprendizagens sobre ciência expressas, por exemplo, no tópico “Grandes temas contemporâneos no âmbito da saúde e ambiente” [UC de *Saúde e Sociedade*, Indicador *Temas*, UA 13, ES III] onde se incluem problemáticas sobre o desenvolvimento sustentável, as alterações climáticas, a educação sexual e a educação para o consumo.

A formação oferecida numa outra escola (ES IV) distribui-se por duas unidades curriculares obrigatórias e uma opcional, perfazendo 17 créditos. As *Ciências Naturais* incluem conhecimentos das áreas da biologia, da geologia e da ecologia e a outra unidade curricular obrigatória contempla conhecimentos das áreas da física e da química. A unidade curricular de opção possibilita uma formação aprofundada destas áreas, podendo os estudantes escolher entre a unidade curricular da área das ciências naturais e a da área das ciências físicas e químicas. De realçar que os programas das duas unidades curriculares obrigatória preconizam, além de aprendizagens em ciências, aprendizagens sobre o ensino das ciências como se ilustra a seguir: “Desenvolvimento de competências para: O ensino Experimental da Ciência” [UC de *Ciências Naturais*, Indicador *Objetivos*, UA 3, ES IV] e “Sensibilização dos estudantes para o processo de aprendizagem dos alunos, com especial ênfase para a detecção da conceções alternativas/ideias prévias, em temáticas no âmbito das Ciências Físicas e Naturais, relevantes na Educação Básica” [UC de *Ciências Físicas e Químicas*, Indicador *Objetivos*, UA 3, ES IV].

Numa outra escola (ES V), durante os dois primeiros anos da Licenciatura em Educação Básica, a formação é de cariz científico e corresponde a duas unidades curriculares obrigatórias, cada uma com cinco créditos. Os programas possuem uma estrutura idêntica e

incidem sobre aprendizagens das áreas científicas da física, da química e da biologia, respetivamente. Cada um dos programas está articulado em torno de um tema organizador: (1) “Matéria e energia” [UC de *Ciências Físicas e Químicas*, Indicador *Temas*, UA 15, ES V]; e (2) “Transferências e transformações de matéria e de energia nos seres vivos” [UC de *Ciências Naturais*, Indicador *Temas*, UA 17, ES V]. Ambos os programas contemplam aprendizagens sobre o ensino das ciências, explícitas nas seguintes unidades de análise: “Perspetivar as aprendizagens tendo em conta uma formação como futuros educadores” [UC de *Ciências Físicas e Químicas*, Indicador *Objetivos*, UA 14; UC de *Ciências Naturais*, Indicador *Objetivos*, UA 14, ES V]. Na *Formação na Área de Docência de Estudo do Meio* (ciências naturais) o plano de estudos é completado no 3º ano por uma outra unidade curricular obrigatória, *Ciência e Sociedade* (6 créditos), perfazendo um total de 16 créditos.

Relativamente a outra escola (ES VI), constata-se a existência de duas unidades curriculares obrigatórias, cada uma com cinco créditos, visando a aprendizagem científica: uma incide em conhecimentos científicos das áreas da biologia e geologia, organizados em dois grandes temas – “A Estrutura e a Dinâmica da Terra e A Vida e os Seres Vivos”; a outra integra diversos temas, destacando-se a inclusão de um tópico mais abrangente do que os habitualmente listados sob as designações de física e de química: o “Sistema Solar” [UC de *Ciências Físicas e Químicas*, Indicador *Temas*, UA 17, ES VI]. Ambos os programas incluem referências à aprendizagem sobre o ensino das ciências, embora os excertos de textos expressem essa intenção de uma forma genérica, como ilustra o seguinte excerto: “No âmbito do Curso de Educação Básica é ainda mais determinante que se invista no desenvolvimento da literacia científica pois só assim os estudantes a poderão valorizar e empenhar-se, no futuro, na sua integração na educação das crianças [...]” [UC de *Ciências Físicas e Químicas*, Indicador *Objetivos*, UA 3; UC de *Ciências Naturais*, Indicador *Objetivos*, UA 3, ES VI]. A *Formação na Área de Docência de Estudo do Meio*, em ciências naturais, com um total de 15 créditos, completa-se no 3.º ano com uma unidade curricular opcional (cinco créditos) a escolher entre um programa de *Saúde e Sociedade* e outro de *Ciência e Sociedade*.

Finalmente, em outra escola (ES VII), a oferta formativa durante os dois primeiros anos da licenciatura é de três unidades curriculares obrigatórias (perfazendo um total de 15 créditos) e uma opcional (cinco créditos). Como opção, os estudantes podem frequentar uma unidade curricular centrada na informática e outra em metodologias de investigação em educação na área do Estudo do Meio. Contudo, ambas as opções integram, indistintamente,

conhecimentos das ciências naturais e das ciências sociais pelo que não é possível saber o contributo de cada uma para a formação em ciências naturais, embora se reconheça a importância da formação dos futuros professores abranger aquelas áreas. As unidades curriculares obrigatórias incidem em diferentes áreas científicas: o programa de *Ciências do Ambiente* integra aprendizagens relativas à ecologia e possui uma forte componente de educação ambiental, como está expresso no seguinte excerto de texto: “modificação dos comportamentos: Ética ambiental; Estratégias e políticas de defesa do ambiente; Participação na defesa do ambiente e do desenvolvimento sustentável” [UC de *Ciências do Ambiente*, Indicador *Temas*, UA 17, ES VII]. O programa de *Ciências Naturais* incide em conhecimentos científicos das áreas da biologia e geologia, organizados em dois grandes temas: “O Universo e o planeta Terra” e “A origem da vida e a diversidade dos seres vivos na Terra”. Finalmente a unidade curricular de *Saúde e Sociedade*, embora inclua aprendizagens de biologia humana, está organizada em torno das problemáticas da educação para a promoção da saúde em ambiente escolar. Este aspeto está evidenciado nas unidades de análise que foram associadas ao indicador temas e também nas unidades com significado analítico do indicador *Objetivos* como por exemplo: “Consciencializar os futuros educadores e professores para o papel da escola como instituição promotora de saúde”. [UC de *Saúde e Sociedade*, Indicador *Objetivos*, UA 3, ES VII].

Em síntese, apesar da variedade das formações oferecidas na Licenciatura em educação Básica aos estudantes das sete escolas selecionadas para o desenvolvimento da presente investigação, pode constatar-se que existem alguns elementos comuns: (1) as aprendizagens científicas básicas correspondem obrigatoriamente a um mínimo de 10 créditos nos primeiros dois anos da licenciatura e abrangem assuntos relacionados com as várias áreas do saber tidas como as mais relevantes para o 1º ciclo do ensino básico, em concordância com as orientações curriculares (DEB, 2004); e (2) a educação científica, nas suas múltiplas vertentes (por exemplo, saúde, ambiente) é contemplada nos planos de estudo, quer esteja integrada nas unidades curriculares de cariz científico correspondentes às tradicionais disciplinas de Ciências Naturais e Físico-Química, quer em unidades curriculares cujos objetivos apontam para o desenvolvimento dessas vertentes educativas. Todavia, só uma análise mais fina dos programas pode fornecer dados para caracterizar a formação conferida em termos da aprendizagem científica e da aprendizagem sobre ciência que interessa à presente investigação, em particular, no que diz respeito à abordagem da metaciência e da sua relação com o ensino/aprendizagem das ciências.

2.3.2. Caracterização das mensagens dos programas

A análise dos programas visou caracterizar o discurso pedagógico expresso no programa de cada uma das unidades curriculares lecionadas em cada escola, em relação às seguintes características da aprendizagem: (1) abordagem da metaciência (em termos da abrangência e da diversidade de perspectivas relativas a capacidades e a conhecimentos associados às dimensões metacientíficas); (2) a intradisciplinaridade entre metaciência e ciência; e (3) a explicitação da metaciência.

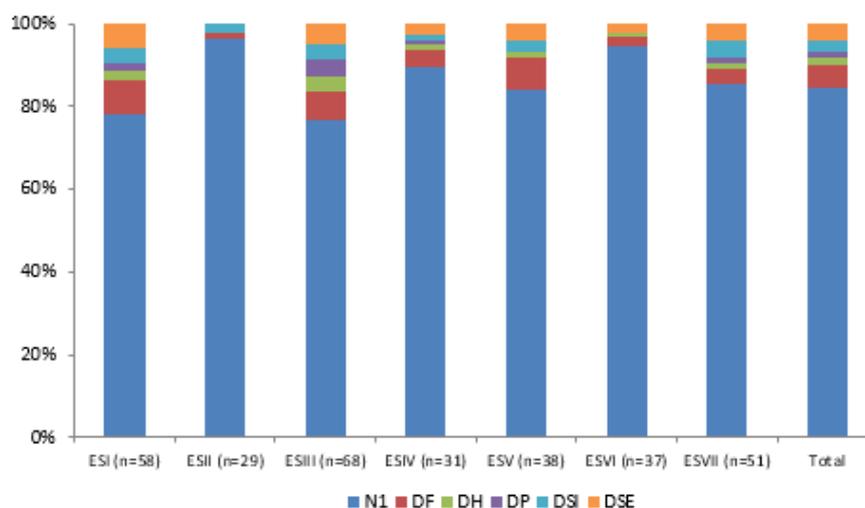
2.3.2.1. Nível de exploração da metaciência

De modo a caracterizar o nível de exploração da metaciência (*o que* do discurso pedagógico) expressa nos textos dos programas em estudo (Apêndice 5.1), calculou-se, para o conjunto dos programas das unidades curriculares lecionadas em cada uma das sete escolas, a frequência de excertos contendo referências a conhecimentos e/ou capacidades relacionados com a ciência ou com a metaciência em geral, e com cada uma das dimensões metacientíficas em particular, analisados de acordo com uma escala de quatro níveis descritos no instrumento de análise (Apêndice 4.1). Começou-se por analisar a frequência relativa dos excertos com referências ao conhecimento científico (nível 1 do instrumento) quando comparada com a frequência dos excertos com referências a conhecimentos e/ou capacidades relacionadas com as várias dimensões metacientíficas (conjunto dos níveis 2, 3 e 4). De seguida, e com base no mesmo instrumento, analisou-se para cada dimensão metacientífica o nível de abrangência em que estava representada no respetivo excerto. Para esta análise, calculou-se a frequência (expressa em percentagem relativa) de excertos classificados como *ambíguos* e em cada um dos níveis 2, 3 e 4 do instrumento.

O gráfico da Figura 4.5 apresenta os resultados apurados na primeira análise e os gráficos da Figura 4.6 os resultados da segunda análise.

A tendência geral da mensagem do discurso pedagógico observada no conjunto das escolas (Figura 4.5) evidencia a existência de uma elevada percentagem de unidades de análise que não aborda a metaciência, dado que não são referidos conhecimentos nem capacidades, relacionados com nenhuma das dimensões metacientíficas. Atendendo à natureza dos programas, sucintos e incidindo principalmente na aprendizagem científica, era exetável que o número de unidades de análise com referências à metaciência (conhecimentos e/ou capacidades) fosse, naturalmente, reduzido (15,4%, no total). É de

realçar que em duas escolas (ES I e ES III) este número é superior ao total (respetivamente, 21,9% e 23,5%) ao passo que noutras duas (ES II e ES VI) é bastante inferior (respetivamente, 3,5% e 4,5%). Quando se consideram apenas as unidades de análise contendo referências à metaciência e se analisa a representatividade de cada uma das dimensões consideradas (Figura 4.5), verifica-se que, no conjunto das escolas a dimensão filosófica é a mais representada (5,3%) e a dimensão psicológica a que ocorre com menor frequência (1,5%). As outras dimensões metacientíficas estão representadas pela seguinte ordem decrescente: dimensão sociológica externa, dimensão sociológica interna e dimensão histórica. Considerando os resultados de cada uma das escolas, verifica-se uma tendência semelhante à geral, para todas as dimensões metacientíficas, exceto numa das escolas (ES II) onde apenas estão representadas as dimensões filosófica e sociológica interna da ciência. Em duas outras escolas (ES V e ES VI) não ocorreu nenhuma alusão à dimensão psicológica da ciência e numa delas (ES VI) também não está representada a dimensão sociológica interna da ciência.



Fonte: Apêndice 5.1.

Figura 4.5. Análise da abordagem da metaciência, a partir das dimensões consideradas (DF, filosófica; DH, histórica; DP, psicológica; DSI, sociológica interna; DSE, sociológica externa) nos programas da *Formação da área de Docência do Estudo do Meio* (ciências naturais) conferida nas sete escolas (*n*, indica o número de unidades analisadas no conjunto dos programas de cada escola).

Os resultados apresentados nos gráficos da Figura 4.6, organizados em função do conjunto de programas de cada escola e da totalidade das escolas, permitem estabelecer comparações quanto ao nível de conceptualização (em termos da abrangência e diversidade das perspectivas contempladas) das várias dimensões metacientíficas.

Em relação à dimensão filosófica da ciência, os resultados da análise mostram que, no global, a maioria dos excertos foi classificada no nível 2 (54,9%), sendo que a maior parte apenas refere capacidades associadas a esta dimensão [2.º descritor], e não se encontraram unidades de análise suscetíveis de serem classificadas no nível 4 (com referência a conhecimentos de natureza específica e capacidades associadas a esta dimensão). Em geral, verifica-se que esta tendência é o resultado de, em todas as escolas, esta dimensão metacientífica estar representada por excertos classificados no nível 2 e de apenas numa das escolas (ES I) um excerto ter sido classificado no nível 3, por conter referências a conhecimentos genéricos e a capacidades relativos a esta dimensão [1.º descritor]. Além disso, a frequência total de excertos ambíguos foi de 43,9% e só em três escolas (ES 3, ES 4 e ES 5) se encontraram numa percentagem superior ao global (79%, 66,5% e 50%, respetivamente). Nos programas de uma outra escola (ES II) não ocorreu nenhum excerto ambíguo.

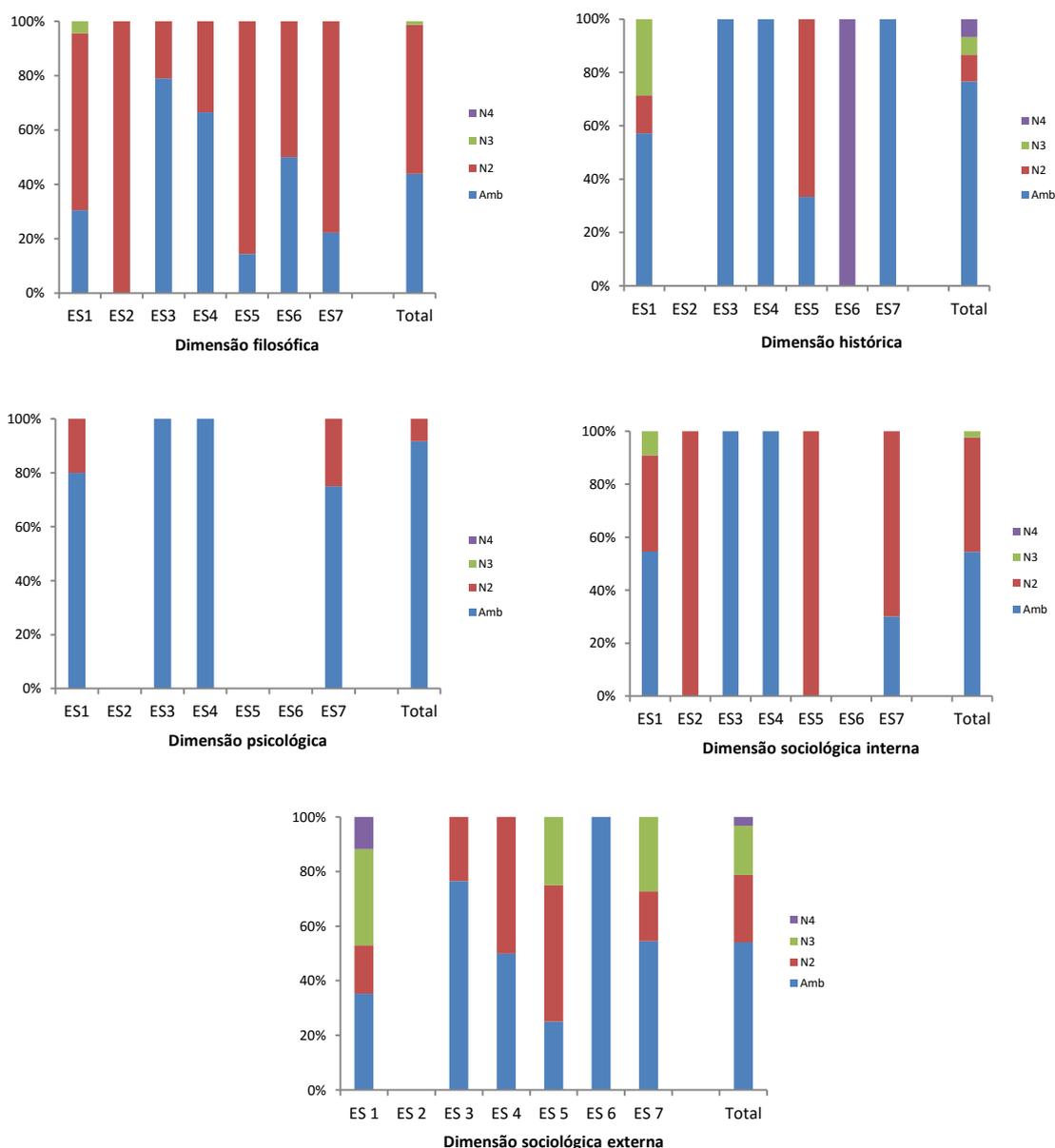
No global, os dados relativos à análise da dimensão histórica da ciência indicam que a maioria dos excertos foi classificada na categoria *ambíguos* (76,8%) e que apenas uma reduzida percentagem (6,7%) se refere a excertos classificados no nível 4. Considerando as escolas onde os programas continham esta dimensão (todas as escolas à exceção da ES II), verifica-se que esta tendência é o resultado de, em três escolas (ES III, ES IV e ES VII), apenas se encontraram excertos *ambíguos* e de apenas numa das escolas (ES VI) os excertos (2) se enquadrarem no nível 4. Em duas outras escolas (ES I e ES V) ocorreram excertos classificados no nível 2, mas referindo-se apenas a capacidades associadas a esta dimensão [2.º descritor]. Nos programas de uma destas escolas (ES I) também surgiram excertos de texto classificados no nível 3 e em ambos os descritores, ou seja, contemplando conhecimentos de natureza genérica e capacidades associadas a essa dimensão [1.º descritor] e conhecimentos de natureza específica com ela relacionados [2.º descritor].

Quanto à dimensão psicológica da ciência constatou-se que, no global, ocorreu um elevado número de excertos na categoria *ambíguos* (91,7%) e apenas uma percentagem reduzida (8,3%) se referiu a excertos classificados no nível 2. Considerando as escolas onde os programas continham esta dimensão (ES I, ES III, ES IV e ES VII), verifica-se que esta tendência é o resultado de, em duas escolas (ES III e ES IV), apenas se encontraram excertos *ambíguos* e, no conjunto dos programas de duas outras escolas (ES I e ES VII), se ter identificado, para cada escola, um único excerto classificado no nível 2 [2.º descritor].

Em geral, os dados fornecidos pela análise da dimensão sociológica interna indicam que a maioria dos excertos foi classificada na categoria *ambíguos* (54,5%) e que apenas uma percentagem residual (2,3%) se refere a excertos classificados no nível 3 [1.º descritor] (com referência a conhecimentos de natureza genérica e capacidades associadas a esta dimensão metacientífica).

Considerando as escolas onde os programas continham esta dimensão (todas as escolas à exceção da ES VI), verifica-se que a tendência observada é o resultado de, em duas escolas (ES III e ES IV), apenas se encontraram excertos *ambíguos* e de, numa outra (ES I), um excerto se enquadrar no nível 3 [1.º descritor]. Nesta escola (ES I) e em outras três (ES II, ES V e ES VII) ocorreram, também, excertos classificados no nível 2, mas referindo-se apenas a capacidades associadas a esta dimensão [2.º descritor].

No que diz respeito à dimensão sociológica externa os dados globais revelam que a maioria dos excertos foi classificada na categoria *ambíguos* (54,1%) e apenas uma percentagem residual (3,3%) se refere a excertos classificados no nível 4. Considerando as escolas onde os programas continham esta dimensão (todas as escolas à exceção da ES II), verifica-se que esta tendência é o resultado de numa escola (ES VI) se encontrarem, exclusivamente, excertos *ambíguos* e de apenas numa das outras escolas (ES I) dois excertos se enquadrarem no nível 4. Nas outras escolas onde a dimensão sociológica externa está representada (ES III, ES IV, ES V e ES VII) ocorreram excertos classificados no nível 2 em ambos os descritores, ou seja, referindo apenas conhecimentos de natureza genérica [1.º descritor] ou apenas capacidades relativas a esta dimensão metacientífica. Nos programas de três escolas (ES I, ES V e ES VII) também surgiram excertos de texto classificados nos dois descritores do nível 3, ou seja, contemplando conhecimentos de natureza genérica e capacidades associadas a essa dimensão [1.º descritor] ou conhecimentos de natureza específica com ela relacionados [2.º descritor].



Fonte: Apêndice 5.1.

Figura 4.6. Frequência dos excertos classificados como *ambíguos* e em cada um dos níveis de conceptualização (N2, N3 e N4) de cada uma das dimensões metacientíficas.

Um aspeto a realçar é que, no global, apesar de a dimensão filosófica da ciência estar mais representada nos programas, existe maior diversidade na representatividade dos níveis de conceptualização da dimensão sociológica externa do que em qualquer das outras dimensões estudadas. Esta tendência significa que é colocada maior ênfase nos conhecimentos e capacidades metacientíficos relativos a esta dimensão da ciência, o que poderá estar relacionado com o enfoque dado à abordagem CTS, nos planos de estudos da Licenciatura em Educação Básica, como revela, por exemplo, o estudo de Martins (2014) em que a autora verificou existir alguma explicitação de temas CTS/EDS nos objetivos e nos

conteúdos programáticos das unidades curriculares incluídas nos planos de estudos da licenciatura conferida em quatro instituições.

Um outro aspeto a salientar é a percentagem relativa (variou entre 0 e 20%) de excertos de texto classificados como *ambíguos*, em geral, e a frequência com que ocorrem, em relação a cada uma das dimensões metacientíficas, no conjunto dos programas de cada uma das escolas. O facto de se terem incluído os excertos pertencentes às unidades de análise classificadas como *ambíguas* justifica-se por ser revelador das possibilidades que o conjunto dos programas de cada escola tem para favorecer uma maior ou menor incidência no ensino das capacidades e dos conhecimentos metacientíficos nas práticas letivas. Atendendo ao significado dos excertos *ambíguos* pode-se admitir como provável que alguns autores dos programas preconizassem a abordagem de perspetivas metacientíficas, mas não as tornaram explícitas nos textos que integram o discurso pedagógico dos programas.

O caso da ES III que apresenta, no conjunto dos programas analisados, uma frequência de excertos classificados como *ambíguos* superior aos de cada uma das outras escolas (Figura 4.6), ilustra esta interpretação. O elevado número de unidades de análise cujos excertos foram classificados como *ambíguos*, em relação a cada uma das dimensões metacientíficas, resulta do facto de, apesar de haver referências ao conhecimento científico produzido, ao trabalho científico (individual e coletivo), a capacidades investigativas e a atitudes científicas, não existe, ainda que genericamente, abordagem à metaciência. A título de exemplo, atente-se nos seguintes excertos de texto: “Avaliação contínua: avaliação dos trabalhos de pesquisa efetuados e das competências adquiridas nas aulas práticas. Avaliação sumativa escrita” [UC de *Ciências do Ambiente*, Indicador *Avaliação*, UA 19, ES III]; e “Desenvolva a sua atitude científica. Estimule o seu gosto pela *Ciência*”. [UC de *Saúde e Sociedade*, Indicador *Objetivos*, UA 7, ES III]. No primeiro texto é feita alusão a competências relacionadas com as atividades práticas, mas não é clara a natureza das capacidades associadas à metaciência que se avaliam. Serão apenas capacidades de processos científicos? Incluem capacidades de comunicação, de argumentação sobre controvérsias científicas, de avaliação crítica de informações conducentes à pesquisa de resposta para problemas científicos ou sociocientíficos? Percorrendo o programa, encontra-se o mesmo tipo de mensagem, suscitando idênticas interrogações, quer no indicador “objetivos”, “Adquira capacidades e hábitos relacionados com o trabalho científico” [UA 7], quer no indicador “orientações metodológicas”, onde está presente uma única unidade analisável: “Aulas práticas de natureza variada: laboratoriais, saídas de campo, ...” [UA 17].

O segundo texto contém uma mensagem demasiado vaga porque as atitudes científicas poderão estar relacionadas com qualquer uma das dimensões metacientíficas. A que atitudes científicas se alude: ao trabalho científico individual? Ao trabalho na comunidade científica? À ética profissional que deverá estar associada ao trabalho científico? Daí que esta unidade de análise fosse classificada como *ambígua* para todas as dimensões metacientíficas.

2.3.2.2. *Caracterização da relação entre a metaciência e a ciência*

Na Tabela 4.2 apresentam-se os resultados da análise da relação intradisciplinar entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos, feita com recurso ao instrumento relativo e essa característica (Apêndice 4.2).

Nesta tabela os dados estão organizados de modo a destacar as unidades de análise classificadas nos diferentes graus de classificação e as categorizadas como ambíguas. Para melhor evidenciar a tendência global relativa a esta relação intradisciplinar, agruparam-se as unidades de análise classificadas como C^{++} e C^{+} (onde não existe nenhuma relação entre a metaciência e a ciência) no grau de classificação forte (C forte) e as unidades classificadas como C^{-} e $C^{- -}$ (que referem a existência de uma forma ténue ou interligada na relação entre a metaciência e a ciência) no grau de classificação fraca (C fraca).

Os dados apurados revelam, no geral, a ausência de uma relação intradisciplinar entre os conhecimentos e capacidades metacientíficos e os conhecimentos científicos, havendo assim uma tendência para a separação (classificação forte) entre os dois domínios do conhecimento. Porém, considerando separadamente os resultados de cada uma das escolas, verifica-se a ocorrência de alguns excertos classificados com o valor de classificação fraca (C^{-} e $C^{- -}$), ou seja, uma tendência para um esbatimento das fronteiras entre os dois tipos de conhecimentos, mais acentuada nas escolas ES IV, ES VI e ES VII (respetivamente, 35,7%, 40% e 43,7%), mesmo atendendo a que o número total de excertos analisáveis varia de escola para escola. Os resultados mostram, também, que a mensagem veiculada pelo conjunto dos programas, em cada uma das escolas, contempla, em maior ou menor número, referências a conhecimentos metacientíficos (C^{++}) exclusivamente (Apêndice 4.1), o que se justifica pela natureza dos programas, integrando excertos de texto com mais ou menos incidência na aprendizagem *sobre* ciência.

Tabela 4.2

Análise da relação entre a metaciência e a ciência nos programas das sete escolas.

Escola Superior	UAs*	Relação metaciência-ciência				
		Classificação (C)				
		C forte		C fraca		Amb
		C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ⁻⁻	
ES I	N=38	23	0	5	8	2
	%	60,5		34,2		5,3
ES II	N=4	1	1	2	0	0
	%	50,0		50,0		0,0
ES III	N=28	8	2	10	0	8
	%	35,7		35,7		28,6
ES IV	N=8	2	0	3	0	3
	%	25,0		37,5		37,5
ES V	N=22	13	1	2	1	5
	%	63,6		13,6		22,8
ES VI	N=10	2	0	4	0	4
	%	20,0		40,0		40,0
ES VII	N=16	3	2	7	0	4
	%	31,3		43,7		25,0
Total	N=126	52	6	33	9	26
	%	46,0		33,3		20,7

Fonte: Apêndice 5.2.

Nota. *UAs: excertos de unidades de análise onde se identificou a presença de referências à metaciência (conhecimentos e/ou capacidades).

Com base nestes resultados pode-se afirmar que, no geral, os programas da *Formação na Área da Docência do Estudo do Meio* (ciências naturais) não preconizam (ou fazem-no de uma forma ténue) o estabelecimento de uma relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e os conhecimentos científicos no âmbito do ensino/aprendizagem, existindo, assim, uma relação intradisciplinar entre a ciência e a metaciência tendencialmente fraca.

2.3.2.3. Explicitação da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades)

Na Tabela 4.3 apresentam-se os resultados da análise do grau de explicitação da metaciência nas suas diferentes dimensões, realizada com a aplicação do instrumento relativo a esta característica (Apêndice 4.3). Os dados foram organizados de modo a destacar os excertos das unidades de análise classificados nos diferentes valores de enquadramento.

Para melhor evidenciar a tendência global relativa a esta categoria de análise, agruparam-se as unidades classificadas como E⁺⁺ e E⁺ (onde existe uma explicitação da metaciência) no valor de enquadramento forte (E forte) e as unidades classificadas como E⁻

e E⁻ (que apresentam de uma forma genérica ou apenas referem os conhecimentos e capacidades metacientíficos) no valor de enquadramento fraco (E fraco). A frequência (calculada em termos de percentagem relativa) de unidades de análise classificadas com enquadramento fraco é, em geral, de cerca de 100% para cada uma das dimensões metacientíficas. No que diz respeito às dimensões filosófica (DF), histórica (DH) e sociológica externa (DSE) ainda se verifica a existência de alguma explicitação dos conhecimentos e capacidades metacientíficos (respetivamente 2,4%, 6,7% e 3,3% de enquadramento forte), mas esta explicitação apenas traduz a tendência observada numa única escola (ES V).

Tabela 4.3

Explicitação da metaciência no conjunto dos programas de cada uma das escolas.

Escola Superior	UAs*	Explicitação da metaciência (Co/Ca)									
		Enquadramento (E)									
		DF		DH		DP		DSI		DSE	
		E forte	E fraco	E forte	E fraco	E forte	E fraco	E forte	E fraco	E forte	E fraco
ES I	N=64	0	23	0	7	0	5	0	11	0	18
	%		100		100		100		100		100
ES II	N=5	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0
	%		100						100		
ES III	N=80	0	24	0	13	0	13	0	13	0	17
	%		100		100		100		100		100
ES IV	N=16	0	6	0	2	0	2	0	2	0	4
	%		100		100		100		100		100
ES V	N=30	2	12	2	1	0	0	0	5	2	6
	%	14,3	85,7	66,7	33,3				100	25	75
ES VI	N=10	0	4	0	2	0	0	0	0	0	4
	%		100		100						100
ES VII	N=35	0	9	0	3	0	4	0	10	0	9
	%		100		100		100		100		100
Total	N=240	2	80	2	28	0	24	0	44	2	58
	%	2,4	97,6	6,7	93,3	0,0	100	0,0	100	3,3	96,7

Fonte: Apêndice 5.3.

Nota: *UAs: excertos de unidades de análise onde se identificou a presença de referências a cada uma das dimensões metacientíficas (conhecimentos e/ou capacidades) no conjunto dos programas de cada uma das escolas.

Assim, pode-se afirmar que a tendência geral dos programas da *Formação na Área da Docência do Estudo do Meio* (ciências naturais) corresponde, claramente, a uma fraca explicitação da metaciência, visto os programas não tornarem explícito o significado dos

conhecimentos e das capacidades metacientíficos no quadro do ensino/aprendizagem das ciências. Na maioria dos excertos analisados, os conhecimentos e/ou capacidades são apenas referidos e o elevado número de unidades de análise com excertos *ambíguos* reforça essa tendência.

Com efeito, embora os programas da componente de *Formação para a docência na área do Estudo do Meio* (ciências naturais) da licenciatura, nas escolas envolvidas na investigação, abordem alguns aspetos relacionados com as dimensões metacientíficas em estudo, a alusão à metaciência incide, essencialmente, em capacidades associadas a essas dimensões. Em particular, existem referências a capacidades associadas à dimensão filosófica (processos investigativos) e à dimensão sociológica na sua vertente externa e só muito raramente a conhecimentos associados a estas mesmas dimensões.

Apesar do enfoque no ensino experimental das ciências e na abordagem CTS, contemplados no discurso oficial (DEB, 2004; DGIDC, 2006) e divulgados na comunidade educativa, os programas não parecem privilegiar a formação nessas vertentes. É de realçar que os resultados de alguns estudos onde foi analisado o processo de construção da ciência na formação inicial de professores (Alves, 2010; Deus, 2010), no currículo (e.g., Ferreira & Morais, 2010) e em manuais escolares do ensino básico português, com um enfoque nos processos de recontextualização entre a mensagem dos manuais e a mensagem do currículo (Calado & Neves, 2012), revelaram a prevalência de referências relativas às dimensões filosófica (metodologias científicas) e sociológica externa da ciência (relações CTS). Essas referências incidiam, principalmente, em capacidades associadas às duas dimensões referidas, mas as situações em que era estabelecida a relação entre essas capacidades e o processo de construção do conhecimento científico tinham uma reduzida representatividade, o que se traduz no baixo estatuto atribuído à construção da ciência no âmbito da formação.

A dimensão psicológica da ciência apenas está representada nos programas de duas escolas e com uma única referência a capacidades associadas a essa dimensão. Constata-se, por isso, que apesar de vários estudos sobre a avaliação das concepções de ciência (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2009; Canavarro, 2000) focarem esta dimensão como essencial para o desenvolvimento de uma imagem adequada do cientista como um indivíduo e um profissional com características pessoais idênticas a muitos outros, a formação nas Escolas Superiores de Educação atribui um baixo estatuto a esta dimensão metacientífica no quadro do ensino das ciências, à semelhança do que revelam estudos sobre o currículo de ciências

ao nível do ensino precedente (e.g. Ferreira & Morais, 2010) e a formação inicial de professores (e.g., Alves, 2010; Deus, 2010).

No que se refere à dimensão sociológica, na sua vertente interna, apenas se identificaram poucas referências ao desenvolvimento de capacidades de argumentação e de comunicação de resultados, o que permite inferir que os modos de trabalho na comunidade científica não são valorizados na formação dos futuros professores.

Quanto à dimensão histórica da ciência, verifica-se que, em geral, está pouco representada nos programas. Esta tendência é contrária à evidenciada num estudo de McComas e Olson (1998), em que os autores analisaram oito currículos de ciências, dos anos 90 do século XX, e verificaram que as dimensões filosófica e histórica são as que têm um maior estatuto. Isto significa que, apesar dos inúmeros estudos sobre a importância de uma abordagem histórica sobre o modo como a ciência se constrói (e.g., Matthews, 2009a) no âmbito do ensino/aprendizagem das ciências, a formação inicial dos professores nas escolas estudadas parece atribuir pouca relevância à aprendizagem desta disciplina metacientífica no ensino das ciências.

Em síntese, face aos resultados obtidos, parece poder-se afirmar que apesar de haver um reconhecimento generalizado sobre a importância da abordagem da metaciência no quadro do ensino das ciências desde os primeiros anos de escolaridade (AAAS, 1993; NRC, 1996, 2012; OECD, 2006, 2010) e das diversas orientações para pôr em prática essa abordagem tanto na escola básica (e.g., Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007) como na formação de professores (e.g., Osborne & Dillon, 2008), a formação inicial conferida, nas sete Escolas Superiores de Educação envolvidas na primeira fase da investigação, atribui um baixo estatuto ao conhecimento metacientífico, no âmbito das unidades curriculares dos dois primeiros anos da Licenciatura em Educação Básica.

A baixa representatividade da metaciência nos programas contribui para um reduzido grau de intradisciplinaridade entre os conhecimentos e as capacidades metacientíficos e os conhecimentos científicos. Ainda assim, encontram-se relações intradisciplinares entre os dois domínios do conhecimento no conjunto dos programas de todas as escolas, mas essas relações ocorrem sobretudo com as capacidades associadas aos processos científicos (dimensão filosófica) e com as capacidades associadas à relação CTS (dimensão sociológica externa) o que era expectável em face dos resultados obtidos na análise da presença da metaciência, na medida em que aquelas duas dimensões são as mais representadas no

conjunto dos programas de cada uma das escolas. A maior ou menor expressão desta característica na mensagem que vai estar subjacente à prática pedagógica em cada unidade curricular dependerá, também, do modo como os docentes recontextualizarem a mensagem contida em cada programa.

Quando se considera o grau de explicitação de conhecimentos e/ou capacidades metacientíficas, os resultados mostram que, na generalidade dos programas, existe uma mensagem implícita para cada uma das dimensões em estudo. Apesar da formação em cada uma das escolas atribuir diferentes estatutos à representatividade das quatro dimensões metacientíficas, em termos dos conhecimentos e capacidades, o seu significado não é explícito. Embora se reconheça a dificuldade que representa explicitar perspectivas metacientíficas nas diversas componentes dos programas, quando estes obedecem, habitualmente, a um modelo sintético composto por textos curtos e prescritivos, a ausência de explicitação da metaciência pode constituir um obstáculo à sua abordagem ao nível do ensino das ciências (ausência de explicitação dos critérios de avaliação), em particular quando o autor e o docente do programa são distintos, conduzindo a uma recontextualização do discurso pedagógico que, ao nível da prática (Afonso, Neves & Morais, 2005; Alves & Morais, 2012; Silva, Morais & Neves, 2013a), pode não refletir as intenções do autor.

2.4. Reflexão sobre o papel da formação nas concepções dos estudantes

Com base nos resultados obtidos, relativamente à análise das concepções sobre a ciência e sobre o ensino das ciências dos estudantes envolvidos na investigação, e das características da formação científica conferida pelas Escolas Superiores de Educação (ES) que frequentaram, procurou-se refletir sobre o papel dessa formação durante o 1.º e 2.º anos da Licenciatura em Educação Básica, em termos da relação entre o conhecimento científico e a forma como ele se constrói, nas concepções evidenciadas pelos estudantes. Esta linha de reflexão justifica-se pelo facto de a maioria dos respondentes possuir uma formação académica na área das “Humanidades”, à entrada no ensino superior (Tabela 3.2), o que pressupõe a existência de um interregno de três anos na sua educação formal em ciências naturais.

No que respeita às concepções dos estudantes sobre o ensino/aprendizagem da metaciência, no quadro do ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, quando analisadas por referência a cada uma das dimensões metacientíficas, destaca-se a

preponderância do grau 3, em geral, e nas subamostras de cada uma das escolas (Figura 4.1). Este resultado era expectável tendo em conta o elevado grau de escolha dos estudantes em frequentarem, como primeira opção (Tabela 3.2), um curso orientado para a docência nos primeiros anos de escolaridade e os processos de socialização para a profissão que terão vivenciado durante os dois primeiros anos da licenciatura. Além disso, também se está ciente da influência que as experiências de aprendizagem dos estudantes, anteriores à licenciatura, poderão ter sobre a representação da “imagem” do professor e as suas próprias “ideias de ensinar” (Hewson & Hewson, 1989; Santos, 2010; Yilmaz-Tuzun, 2008).

Em relação à análise das concepções dos estudantes sobre ciência, em geral, a prevalência do perfil global limitado e também dos perfis conceptuais limitados para todas as dimensões metacientíficas, em particular para as dimensões filosófica e sociológica interna, significa que os estudantes possuem concepções sobre ciência de baixo nível de conceptualização. Esperava-se que ocorresse uma maior percentagem de estudantes situados no perfil parcelar, tendo em conta as características da amostra global usada na investigação (Tabela 3.2) e da formação que lhes foi proporcionada até ao momento em que foram inquiridos. Contudo, está-se consciente que a abordagem da metaciência não se esgota nos primeiros dois anos da licenciatura e poderá ser variável durante a formação conferida nos mestrados em ensino de acordo com a especialidade do diploma conferido. Tal não se verificou porque os padrões de distribuição dos perfis conceptuais sobre ciência, em que foram categorizados os estudantes de cada uma das escolas, não se revelaram substancialmente diferentes, predominando o perfil limitado em todas as categorias analisadas.

Neste âmbito, a formação recebida nos dois primeiros anos da licenciatura, caracterizada apenas pelas mensagens dos programas (currículo intencional), revelou, em geral, pouca incidência na metaciência e, particularmente, nas dimensões psicológica e sociológica interna. Para além disso, verificou-se que os programas apenas contemplavam uma reduzida explicitação da metaciência e uma fraca relação intadisciplinar entre a metaciência e a ciência, mesmo quando se consideram as dimensões metacientíficas mais representadas (dimensão filosófica e sociológica externa) nos textos analisados. Dado que a análise das concepções dos estudantes foi realizada após esta formação, não é de estranhar os resultados obtidos enquanto reveladores de uma formação, tal como é evidenciada pelos programas, que não está a contribuir para uma compreensão apropriada e extensiva da metaciência e da sua relação com a ciência. Apesar disso, é interessante realçar que, se

atendermos à relação entre os tipos de perfis e o nível de abordagem da formação metacientífica, nomeadamente quando se consideram a dimensão filosófica e a dimensão sociológica externa (as dimensões metacientíficas mais representadas nos programas de cada uma das escolas estudadas, respetivamente em número e diversidade de níveis de abordagem dos excertos analisados), nem sempre se encontrou correspondência entre uns e outra.

No que se refere à dimensão filosófica, a distribuição dos perfis conceptuais em que foram situados os estudantes de três escolas (ES I, ES IV e ES VI) revela níveis de conceptualização próximos entre si e mais elevados do que o total. No que diz respeito à dimensão sociológica externa, apesar do nível de conceptualização da formação ser mais elevado em três escolas (ES I, ES V e ES VII), é na ES VI que ocorrem com maior frequência os estudantes situados nos perfis parcelar e abrangente, ao passo que na ES VII se verificou o pior resultado de entre todas as escolas em relação aos perfis de concepções sobre esta dimensão. Curiosamente, numa das escolas (ES II) onde os programas não fazem referência à dimensão sociológica externa, a distribuição dos perfis conceptuais dos estudantes tem valores próximos do resultado global. Nesta mesma escola, onde a formação, expressa nos programas, atribui o mais baixo estatuto à metaciência, registaram-se frequências elevadas de estudantes situados nos dois mais baixos níveis de perfis conceptuais (ingénuo e limitado) em relação a cada uma das dimensões metacientíficas. Este dado não permite retirar qualquer ilação sobre a relação entre a distribuição dos perfis conceptuais e o nível de formação metacientífica proporcionado em cada escola, porque os valores registados para a ES II não diferem substantivamente dos encontrados na distribuição dos perfis dos estudantes de uma outra escola (ES VII) onde o estatuto atribuído à metaciência na formação é superior.

Uma possível explicação para as situações evidenciadas é admitir-se que as concepções dos estudantes espelham, também, a influência da formação precedente (aprendizagens científicas e metacientíficas, formais e/ou não formais). Considerando a preferência regional existente nas candidaturas ao Ensino Superior dos estudantes que frequentam cada uma das Escolas Superiores de Educação, admite-se que a maioria é oriunda dos mesmos estabelecimentos de ensino básico e secundário da região onde se insere a escola que frequentam e, por isso, será detentora de uma formação idêntica ao nível do ensino das ciências tanto nos contextos formais como nos contextos não formais onde poderão ter tido acesso ao mesmo tipo de atividades de aprendizagem científica. Neste caso, não é de estranhar que as concepções sobre ciência e sobre metaciência de uma parte substancial dos estudantes de cada uma das escolas estudadas reflitam, também, as características da

formação e das experiências anteriores que vivenciaram, relativamente a estes dois domínios do conhecimento.

Há duas notas a ter em consideração quando se estabelece a relação entre as características da formação e as concepções sobre ciência. Em primeiro lugar, é necessário fazer uma ressalva sobre o facto da relação estabelecida não ter tomado em consideração o que efetivamente aconteceu nas práticas letivas (currículo implementado). Contudo, os resultados obtidos sobre as concepções dos estudantes não parecem sugerir que essas práticas tivessem introduzido alguma diferença substantiva no que respeita ao ensino da metaciência e da sua relação com a aprendizagem científica. Em segundo lugar, e uma vez que se analisaram programas de cariz científico (incidindo nas aprendizagens *em* ciência), pode-se considerar positivo o facto de a maioria dos programas analisados revelar alguma preocupação em incluir perspetivas metacientíficas, ainda que de uma forma pouco explícita e limitada, muitas vezes, às capacidades associadas às dimensões em análise. Isto pode significar que as Escolas Superiores de Educação estão cientes da necessidade de ensinar a metaciência, a par dos conhecimentos e capacidades científicos, de modo a garantir uma sólida formação para um futuro professor poder ensinar ciências no 1.º ciclo do ensino básico. Mas, a existir alguma orientação mais ou menos explícita nesse sentido, em algumas das escolas envolvidas na investigação, os resultados apurados, no quadro das características analisadas, apontam para uma formação onde o ensino da natureza da ciência é apenas afluído e quase sempre de uma forma implícita ou ambígua. Pensando que se trata de programas lecionados em cursos destinados a preparar professores, seria importante que mesmo essas disciplinas de cariz científico incidissem no ensino da relação entre a ciência e a metaciência, como um dos aspetos relevantes da aprendizagem científica, tal como defendem Abd-El-Khalick e Akerson (2009), Bartholomew, Osborne e Radcliffe (2004), McComas, Clough e Almazroa (1998), McDonald (2010), Osborne e Dillon (2008), entre outros.

Tendo em conta os resultados obtidos que, em parte, confirmam a previsão inicialmente feita sobre a reduzida representatividade da metaciência no ensino/aprendizagem das ciências, no quadro da Licenciatura em Educação Básica, considerou-se de toda a importância e pertinência analisar em que medida uma formação que contemple, de forma explícita, a relação entre metaciência e ciência e o seu significado na aprendizagem científica pode contribuir para modificar esta situação. É este o objetivo da segunda fase da investigação. Deste modo, espera-se obter dados que ajudem a dar sugestões

para uma intervenção ao nível da formação inicial de professores no sentido de introduzir uma modificação capaz de alterar o cenário encontrado.

3. ABORDAGEM DA METACIÊNCIA NO CONTEXTO DE FORMAÇÃO

De acordo com os procedimentos metodológicos indicados e discutidos nos pontos 4.3 e 4.4 do capítulo da metodologia, realizou-se a análise e caracterização da modalidade de prática pedagógica implementada pelo professor e a análise do desempenho dos estudantes após a formação. Tendo em conta a recontextualização que ocorre entre o texto que é preconizado e o texto que é efetivado (neste caso entre o texto contido nos materiais curriculares e o texto produzido no contexto da prática pedagógica), pretendeu-se, por um lado, caracterizar a prática pedagógica do professor e, por outro, refletir sobre a sua atuação na implementação do plano de formação previamente concebido para o ensino explícito da metaciência e do seu significado no ensino/aprendizagem das ciências. Além disso, analisou-se o desempenho dos estudantes quanto às aprendizagens relacionadas com a metaciência e com o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico e quanto à evolução das suas conceções sobre ciência e sobre o ensino das ciências antes e após a formação. Nas secções seguintes apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos.

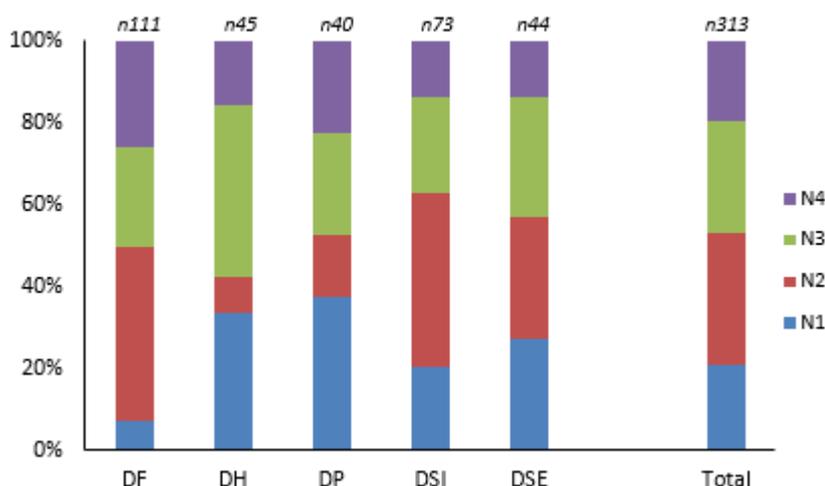
3.1. Caracterização da modalidade de prática pedagógica

Com a caracterização da prática do professor, pretendia-se dispor de dados que permitissem relacionar a formação com a aprendizagem dos estudantes. Para isso, caracterizou-se *o que* e *o como* se ensina nos contextos instrucional e regulador. Na caracterização de *o que*, considerou-se o nível de exploração (em termos de abrangência e de especificação) da metaciência (capacidades e conhecimentos) em função das quatro dimensões metacientíficas em estudo. Na caracterização de *o como* se ensina, ao nível do contexto instrucional, consideraram-se a relação professor-estudante quanto às regras discursivas ritmagem e critérios de avaliação e, também, a relação intradisciplinar entre discursos (metaciência-ciência e metaciência-ensino das ciências). No que se refere ao contexto regulador, considerou-se a relação professor-estudante quanto às regras hierárquicas.

A caracterização da prática pedagógica resultou da observação e análise do modo como decorreram as aulas e sessões de trabalho, no contexto de formação, conforme os procedimentos apresentados e discutidos no capítulo da metodologia (ponto 4.3). A apresentação dos resultados da presente secção organizou-se em torno das tendências observadas para as várias características em estudo (Apêndice 8).

3.1.1. Conhecimentos e capacidades metacientíficos (*o que*)

De modo a apreciar a tendência da prática pedagógica do professor, em relação ao ensino da metaciência, calculou-se a frequência de excertos⁹⁸ (das aulas e sessões de trabalho) contendo referências a perspetivas de cada uma das dimensões metacientíficas (conhecimentos e capacidades), analisados de acordo com uma escala de quatro níveis conforme os descritores do instrumento aplicado (Apêndice 7.1). Em seguida, contabilizaram-se os dados obtidos no conjunto de todas as aulas e sessões de trabalho (Apêndice 8.1). O gráfico da Figura 4.7 apresenta os resultados apurados nos diferentes níveis de exploração de cada uma das dimensões metacientíficas.



Fonte: Apêndice 8.1.

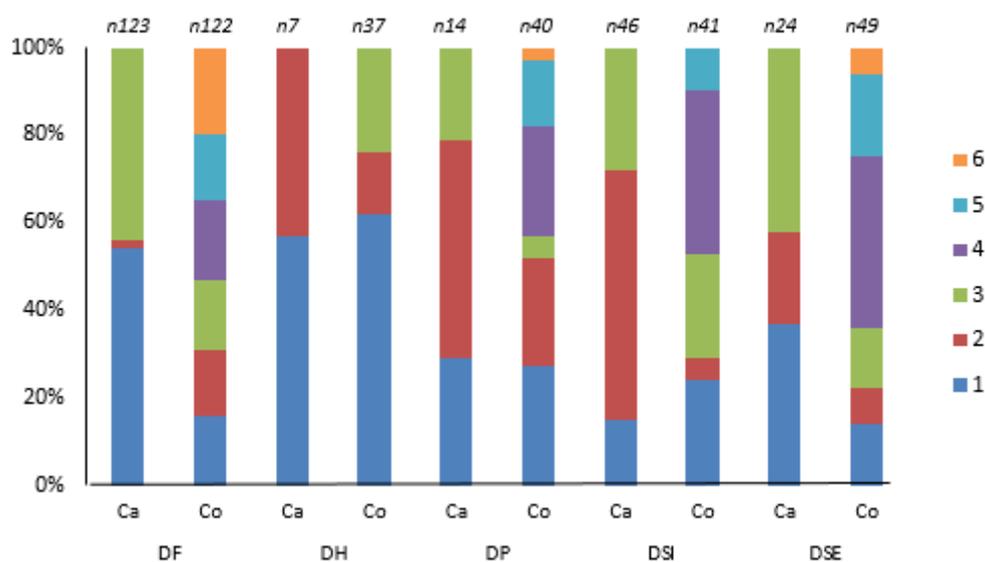
Figura 4.7. Níveis de exploração das dimensões metacientíficas na prática pedagógica (DF, filosófica; DH, histórica; DP, dimensão psicológica; DSI, dimensão sociológica interna; DSE, dimensão sociológica externa). No topo de cada coluna está registado o número total de excertos (*n*) analisados que continham referências relativas a cada uma das dimensões.

⁹⁸ Dado que em algumas unidades de análise estavam presentes aspetos relativos a mais do que uma dimensão metacientífica (capítulo da metodologia, ponto 4.3), os resultados são apresentados em função do número de excertos de texto do conjunto das unidades onde se verificou a presença de cada dimensão.

Considerando a tendência geral do nível de exploração das dimensões metacientíficas (Apêndice 8.1), observou-se uma ligeira prevalência do nível 2 (32,3%) de exploração da metaciência. Isto significa que o professor explorou mais isoladamente do que em conjunto, os conhecimentos de natureza genérica ou as capacidades, relativos às dimensões metacientíficas. Em 19,5% das situações analisadas, o professor explorou os conhecimentos de natureza específica, relativos a uma dada dimensão, em conjunto com as capacidades associadas a essa mesma dimensão, sendo esses excertos classificados no nível 4. Ocorreram 27,5% de excertos situados no nível 3 da exploração da metaciência, significando que, nessas situações, o professor mobilizou conhecimentos de natureza genérica e as capacidades metacientíficas relacionadas com as dimensões metacientíficas.

Quanto ao número de excertos classificados, a tendência da mensagem do discurso do professor, em geral, revela que ele explorou a dimensão filosófica na maioria das situações analisadas e a dimensão psicológica no menor número de casos (Figura 4.7). Considerando as outras dimensões metacientíficas, o professor explorou, em segundo lugar, as situações relacionadas com a dimensão sociológica, com prevalência para a vertente interna, e enfatizou de forma idêntica as perspectivas relativas às dimensões histórica e sociológica na sua vertente externa. De assinalar que as referências *ambíguas* (nível 1 do instrumento), contabilizadas em 20,7% dos excertos, tiveram a maior expressão em relação à dimensão psicológica (37,5%) e, a menor, em relação à dimensão filosófica (7,2%). Quanto às outras dimensões, o professor deixou ambíguas as referências correspondentes a cerca de 20% dos excertos relativos à dimensão sociológica na sua vertente interna, a 27,3% dos excertos relacionados com a vertente externa desta dimensão e a 33,3% dos excertos relativos à dimensão histórica.

O gráfico da Figura 4.8 apresenta a distribuição dos excertos quando se tem como referência as perspectivas consideradas na análise das capacidades e dos conhecimentos associados a cada uma das dimensões metacientíficas. As barras um a seis correspondem às perspectivas em termos de capacidades (1 a 2/3 aspetos) e de conhecimentos (1 a 5/6 perspectivas) relativos a cada uma das dimensões, de acordo com a numeração das descrições constantes das Tabelas I e II, complementares ao instrumento de análise das dimensões metacientíficas (Apêndice 4.1).



Fonte: Apêndice 8.1.

Figura 4.8. Ocorrência dos excertos com referências às capacidades (Ca) e conhecimentos (Co) relativos a cada uma das dimensões metacientíficas. No topo de cada coluna está registrado o número total de excertos (n) analisados que continham referências a capacidades e a conhecimentos associados a cada uma das dimensões.

A partir dos dados do gráfico, verifica-se que, para a dimensão filosófica, e no que se refere às capacidades, o professor privilegiou a exploração das capacidades investigativas (Ca1) e a apreciação do cumprimento das normas relativas ao trabalho de investigação (Ca3), em detrimento da identificação das características de uma boa teoria (Ca2), ou seja, dos valores epistémicos internos à ciência (Tabela II, Apêndice 4.1). Quanto aos conhecimentos, o professor explorou as seis perspetivas isoladamente ou em conjunto com as capacidades metacientíficas, com uma ênfase ligeiramente superior na fecundidade e na subjetividade do conhecimento científico (Co6).

No caso da dimensão histórica, o professor deu maior ênfase aos conhecimentos do que às capacidades associadas a esta dimensão. Quanto aos conhecimentos específicos, (Tabela I, Apêndice 4.1), colocou maior ênfase na perspetiva sobre a acumulação e a evolução do conhecimento ao longo do tempo (Co1) e menor na comunicação, publicação e divulgação do conhecimento (Co2), como mostra o gráfico da Figura 4.8. Quanto às capacidades associadas à dimensão histórica (Tabela II, Apêndice 4.1), o professor explorou quer a análise de dados científicos recolhidos segundo um determinado modelo teórico, dos mais antigos aos atuais (Ca1), quer o reconhecimento da importância da publicação e comunicação do conhecimento que enriquecem constantemente o “arquivo” da ciência (Ca2).

Em relação à dimensão psicológica, o professor deu também maior realce aos conhecimentos específicos (Tabela I, Apêndice 4.1), principalmente, aos relacionados com a competência, persistência, curiosidade e necessidade de usar a imaginação, como características da personalidade que os cientistas devem possuir para realizar o seu trabalho (Co1, Co2 e Co4) e com os comportamentos reveladores de ética profissional (Co5). Pontualmente, o professor aludiu à coragem e humildade dos cientistas, necessárias para refletirem criticamente sobre os seus resultados e os submeterem à crítica dos pares (Co3 e Co6). Ao nível das capacidades associadas a esta dimensão (Tabela II, Apêndice 4.1), o professor enfatizou mais o reconhecimento das atitudes inerentes ao trabalho científico (Ca2) do que o reconhecimento dos comportamentos de ética profissional e os condicionalismos pessoais que afetam a atividade científica (Ca1 e Ca3) (Figura 4.8).

Quanto à dimensão sociológica, na sua vertente interna, o professor enfatizou as capacidades de comunicação dos resultados de pesquisa (Ca2) e de identificação de atitudes e comportamentos inerentes ao trabalho na comunidade científica (Ca3), relacionadas com esta dimensão. De realçar que, quando explorou os conhecimentos específicos (Tabela I, Apêndice 4.1), o professor abordou essencialmente os conhecimentos relacionados com a colaboração entre cientistas nos grupos de investigação (Co4), as controvérsias científicas e a divulgação das suas investigações (Co1 e Co3) e, só pontualmente, referiu a rivalidade e a competição que se desenrolam no meio científico pela rápida publicação de resultados aceitáveis pela comunidade científica (Co2 e Co5) (Figura 4.8).

No que diz respeito à dimensão sociológica na sua vertente externa, o professor apelou, essencialmente, às capacidades (Tabela II, Apêndice 4.1) de reconhecimento do significado das influências recíprocas do conhecimento científico e tecnológico com a sociedade, do direito à informação fiável facilitadora da intervenção cidadã (Ca3) e, ainda, às capacidades relacionadas com o pensamento crítico (Ca1). Relativamente aos conhecimentos específicos (Tabela I, Apêndice 4.1), o professor explorou mais os que estão relacionados com o condicionamento da atividade científica em resultado da influência dos grupos sociais (empresas, governos, grupos de cidadãos), através das políticas de financiamento e da emergência de controvérsias sociocientíficas que podem envolver os cidadãos (Co4). As referências aos impactes, positivos e negativos, da ciência e da tecnologia na sociedade e ao avanço destas áreas através da introdução de novos instrumentos e procedimentos de investigação e novas soluções para os problemas da sociedade (Co1, Co3, Co5 e Co6) foram mais esparsas (Figura 4.8).

3.1.2. Relações intradisciplinares e relações entre professor-estudantes (*o como*)

Na Tabela 4.4 apresentam-se os resultados, relativos às diferentes relações presentes na prática pedagógica, expressos em termos de tendência geral dos valores de classificação (caso das relações intradisciplinares) e de enquadramento (caso das relações entre sujeitos). A seguir, descreve-se, em pormenor, cada uma das relações apresentadas na tabela fazendo-se alguma referência a excertos usados no capítulo da metodologia, de modo a haver uma maior explicitação das características da prática pedagógica.

Relações intradisciplinares

Quanto às relações intradisciplinares entre a metaciência e a ciência e entre a metaciência e o ensino das ciências, os dados obtidos sugerem uma prática pedagógica caracterizada, em geral, por uma classificação forte que decorre de a prática pedagógica se ter centrado fundamentalmente no ensino dos conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos. Este resultado pode ser entendido dado o enfoque da unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio* ser no ensino/aprendizagem da metaciência, tal como, de certo modo, estava previsto nos materiais curriculares.

Tabela 4.4

Caracterização das relações sociológicas da prática pedagógica.

		Características em estudo			
<i>O como</i>	Relação entre discursos	Intradisciplinaridade	MC-C	C ⁺⁺ /C ⁻ _(DF)	
			MC-EC	C ⁺⁺ /C ⁺ _(DF, DSE)	
	Relação professor-estudantes	Regras discursivas	Ritmagem		E ⁺ /E ⁻
			Critérios de avaliação	Explicitação da MC	E ⁻ /E ⁺ _(DF)
		Explicitação da relação MC-EC		E ⁻ /E ⁺ _(DF)	
		Regras hierárquicas		E ⁺ / E ⁻	

Fonte: Apêndice 8.2 e 8.3.

No caso da relação intradisciplinar entre a metaciência e a ciência, a tendência para a manutenção das fronteiras entre os dois tipos de conhecimentos (classificação forte) não se verificou, de igual modo, na abordagem dos conhecimentos e/ou capacidades associadas a todas as dimensões metacientíficas. Os dados (Apêndice 8.2) sugerem que o professor

ênfatiou as relações entre a metaciência e a ciência essencialmente, ao focar a dimensão filosófica (classificação fraca), incidindo, em particular, nas capacidades metacientíficas associadas a esta dimensão. O mesmo não se verificou quando o professor abordou perspectivas das outras dimensões metacientíficas nos diversos momentos do desenrolar das atividades, deixando as fronteiras bem marcadas entre estas duas áreas de conhecimentos (classificação forte).

Quanto à relação intradisciplinar entre a metaciência e o ensino das ciências, os dados apurados (Tabela 4.4) sugerem que a prática do professor se caracterizou por uma classificação globalmente forte, apesar do contexto de formação ser de cariz didático e da natureza dos materiais curriculares que o sustentavam pressupor um maior enfoque na relação entre o conhecimento e as capacidades metacientíficas e conhecimento sobre o seu ensino no quadro do ensino/aprendizagem das ciências. Os dados apontam uma tendência para a manutenção das fronteiras entre os dois tipos de conhecimentos (classificação forte), comum a cada uma das dimensões metacientíficas, embora haja um ligeiro enfraquecimento das fronteiras no caso das perspectivas relacionadas com a dimensão filosófica e dimensão sociológica na sua vertente externa.

Relações professor-estudantes

No que diz respeito à relação professor-estudantes e no âmbito da regra discursiva ritmagem, a prática pedagógica do professor caracterizou-se por um enquadramento entre forte e fraco. Embora sendo dado algum controlo aos estudantes em muitas situações da aula relacionadas com a “apresentação/realização das atividades” e com a “exploração/discussão dos assuntos”, no caso da “elaboração de sínteses” verificou-se que o controlo da relação esteve quase sempre centrado no professor (Apêndice 8.3).

Considerando a relação professor-estudantes, ao nível da regra discursiva critérios de avaliação (capítulo da metodologia, ponto 4.3.1.2), a prática pedagógica do professor caracterizou-se, globalmente, por um enquadramento fraco, quer no que se refere à explicitação da metaciência quer no que diz respeito à explicitação da relação entre a metaciência e o ensino das ciências (Apêndice 8.3). Contudo, e especificamente no que se refere à explicitação da metaciência, a prática do professor caracterizou-se por um enquadramento forte relativamente à dimensão filosófica da ciência, ou seja, o professor fez quase sempre uma explicitação clara dos conhecimentos e/ou capacidades associados a esta dimensão metacientífica, como se exemplificou no excerto [18]. Tal não aconteceu com as

outras dimensões metacientíficas, em que a prática do professor se caracterizou por um enquadramento tendencialmente mais fraco, deixando quase sempre pouco explícitos os conhecimentos e/ou capacidades relacionadas com as dimensões histórica, psicológica e sociológica da ciência, como se ilustrou nos excertos [19] e [20].

Quanto à explicitação da relação entre a metaciência e o ensino das ciências, a prática do professor também revelou tendência para estabelecer um enquadramento forte, apenas no caso da relação com os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos associados à dimensão filosófica e, raras vezes (por exemplo, excerto [21]), à dimensão sociológica na sua vertente externa. O enquadramento fraco, com tendência a muito fraco (Apêndice 8.3), na explicitação da relação das outras dimensões e o ensino das ciências, resultou do facto de o professor não ter abordado o seu significado no ensino/aprendizagem das ciências e/ou o seu significado para o sucesso da aprendizagem científica, como mostram os exemplos de excertos [22] e [23] relativos a esta relação. De realçar ainda que, na análise desta característica, não foi encontrada nenhuma unidade de análise (ou excerto) representativa do valor de enquadramento muito forte (E^{++}).

Quando se consideram as regras hierárquicas na relação professor-estudantes (capítulo da metodologia, ponto 4.3.1.2), a prática pedagógica do professor caracterizou-se por um enquadramento que variou entre forte e fraco (E^+/E^-) com tendência a fraco (Tabela 4.4). Esta tendência é o resultado de o professor ter promovido a interação com os estudantes, tanto no sentido ascendente como descendente ou originando uma relação horizontal (E^- ou E^+), como se ilustrou nos excertos [29] e [30], ter utilizado as perguntas e respostas dos estudantes na discussão dos assuntos (E^-), mas ter usado frequentemente um controlo posicional, apelando a regras estabelecidas (E^+), face às atitudes e aos comportamentos dos estudantes.

Em síntese, a análise dos resultados obtidos permite afirmar que, em geral, a prática do professor se caracterizou por uma exploração da metaciência (*o que*) situada nos níveis de exploração intermédios e com uma incidência desigual quando se considera isoladamente cada uma das dimensões metacientíficas. O professor explorou mais conjugadamente as capacidades e os conhecimentos específicos relativos à dimensão filosófica e menos os relacionados com a dimensão sociológica nas suas vertentes interna e externa. Quanto às outras dimensões, o professor explorou, em segundo lugar, ao nível mais elevado as capacidades e os conhecimentos relativos à dimensão psicológica e, em terceiro lugar, os excertos relativos à dimensão histórica, embora sejam estas duas dimensões aquelas em que também se verificou a ocorrência de mais excertos classificados como *ambíguos*.

No que diz respeito ao modo como ensinou (*o como*) e no que se refere às relações entre discursos, a prática do professor revelou uma tendência para manter as fronteiras nítidas (classificação forte), quer na abordagem da relação entre metaciência e ciência (o que poderia ter alguma justificação dado que o conhecimento científico era subsidiário neste contexto), quer na abordagem da relação entre a metaciência e o ensino das ciências, apesar de ser um dos objetivos essenciais deste contexto de formação. Todavia, na relação entre metaciência e ciência, verificou-se um esbatimento de fronteiras para a dimensão filosófica (C⁻) e na relação entre a metaciência e o ensino das ciências verificou-se existir um ligeiro enfraquecimento das fronteiras para as dimensões filosófica e sociológica externa (C⁺).

No que concerne às relações professor-estudantes, quanto à regra discursiva ritmagem, os dados apontam para uma ação consistente do professor na sua prática, caracterizada por uma tendência para dar algum controlo aos estudantes (enquadramento fraco). Em relação à regra discursiva critérios de avaliação, em geral, verificou-se que o professor tendeu para a não explicitação do texto a apreender (enquadramento fraco), tanto em termos da explicitação da metaciência como da explicitação da relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e os conhecimentos sobre o ensino das ciências. Em termos específicos, a prática do professor apenas revelou tendência para uma maior explicitação da dimensão filosófica da ciência (enquadramento forte), o que é consistente com o facto de ter explorado com maior nível de profundidade as perspetivas associadas a esta dimensão.

No que respeita ao contexto regulador, a prática pedagógica do professor caracterizou-se por uma tendência para dar algum controlo aos estudantes nas relações de comunicação entre ele e os estudantes, ou seja, para um enquadramento fraco ao nível das regras hierárquicas (discussão dos assuntos, confronto de ideias, entre outras).

3.2. Prática do professor: Recontextualização da mensagem dos materiais curriculares

Ao comparar-se a mensagem veiculada pelo professor na prática pedagógica com a mensagem pretendida, subjacente aos materiais curriculares implementados durante a prática, verificou-se que ele recontextualizou o discurso pedagógico expresso nos materiais curriculares, embora com sentidos e extensões diferentes, dependendo da característica em

estudo. Considerando cada uma das características analisadas na prática pedagógica tecem-se, a seguir, algumas considerações a partir dos resultados obtidos.

Em relação ao contexto instrucional e no que diz respeito à exploração da metaciência, em termos da presença de cada uma das dimensões de acordo com os objetivos das atividades realizadas (Apêndice 6.2), a análise dos resultados obtidos em comparação com a mensagem preconizada nos materiais curriculares (Figura 3.5) sugere que a prática do professor se aproximou mais dos princípios orientadores dos materiais curriculares, dada a ênfase colocada na exploração de capacidades e conhecimentos metacientíficos (*o que*), em particular, os relativos à dimensão filosófica da ciência. Opostamente, a prática afastou-se mais dos materiais curriculares por o professor ter revelado tendência para uma menor explicitação dos critérios de avaliação relativos à metaciência e à sua relação com o ensino das ciências (*o como*), mais marcada ao abordar aspetos das dimensões histórica, psicológica e sociológica nas suas vertentes interna e externa.

No capítulo da metodologia (Tabela 3.14), e no que se refere aos conteúdos do ensino, evidenciou-se que quase todas as atividades sugeriam a exploração da dimensão filosófica, tal como o professor fez. As dimensões histórica e psicológica estavam contempladas apenas em cinco atividades. O professor explorou mais a dimensão histórica nas atividades 4 e 5 (focando a evolução do conhecimento sobre a nutrição das plantas) e a dimensão psicológica nas atividades 4 e 8 (focando os comportamentos e as atitudes, em particular a ética profissional, dos cientistas no desenrolar do seu trabalho). No que respeita à dimensão sociológica, embora os materiais apontassem para uma presença semelhante em relação às duas vertentes, interna e externa (sete atividades), o professor privilegiou a abordagem da dimensão sociológica interna, ao explorar as capacidades de comunicação dos cientistas no seio da comunidade científica.

Uma explicação para este resultado pode estar relacionada com o conhecimento do professor. Por um lado, apesar de ter implementado os materiais curriculares durante a pilotagem do plano de formação no ano letivo anterior àquele em que decorreu a prática pedagógica analisada (capítulo da metodologia, ponto 4.2), essa experiência de inovação das suas práticas poderá ter sido insuficiente para o professor superar algumas dificuldades no ensino da metaciência. Por outro lado, possuindo uma formação académica de base científica na área da química e do ensino da química (capítulo da metodologia, ponto 4.1.2) é natural que o professor detivesse um conhecimento mais aprofundado e/ou sentisse maior segurança ao abordar a metaciência no âmbito dos assuntos que apelavam aos conhecimentos

científicos relativos à física e à química e sentisse mais insegurança, na exploração dos assuntos da área da biologia. De acordo com as notas de campo da investigadora, este aspeto foi evidenciado, claramente, em duas situações: o professor dedicou mais tempo à exploração das atividades 3 e 4, mais relacionadas com conhecimentos de química (essencialmente na parte relativa à teoria do flogisto e ao trabalho de Priestley), e fê-lo com mais detalhe, do que na análise do caso da fraude de Hwang com a investigação sobre células estaminais humanas (Atividade 8, Apêndice 6.2). Neste caso, o professor cingiu-se ao *Guia do professor* e não explorou os assuntos para além do que era estritamente requerido, em resposta às questões do guião da atividade destinado aos estudantes.

Quanto às relações entre discursos (intradisciplinares), ao contrário da mensagem veiculada pelos materiais curriculares, a prática do professor revelou uma tendência para manter as fronteiras nítidas (classificação forte) entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos relacionados com todas as dimensões metacientíficas e o conhecimento científico, excetuando a dimensão filosófica, onde se verificou um esbatimento das fronteiras. Ocorreu uma situação idêntica no que se refere à relação intradisciplinar entre a metaciência e o ensino das ciências, em que se verificou um ligeiro enfraquecimento das fronteiras, mas apenas na relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos associados às dimensões filosófica e sociológica externa e os conhecimentos sobre o ensino das ciências.

Se bem que no caso da relação entre metaciência e ciência seja justificável a tendência da ação do professor dado o facto de o conhecimento científico ter um carácter exemplificativo e poder ser considerado subsidiário no contexto da investigação (formação de cariz didático centrada no ensino da metaciência), tal justificação não se aplica à relação entre a metaciência e o ensino/aprendizagem das ciências ao nível do 1.º ciclo do ensino básico, por constituir um objetivo claro da formação e estar explicitada em diversos tópicos dos materiais curriculares (capítulo da metodologia, ponto 4.2.2).

Quanto às relações professor-estudantes, no que diz respeito às regras discursivas, em geral, a tendência da ação do professor aproximou-se mais da mensagem preconizada nos materiais curriculares em relação à ritmagem e, ao contrário, afastou-se dessa mensagem relativamente aos critérios de avaliação. Em relação à ritmagem o professor tendeu a dar algum controlo aos estudantes, de acordo com a mensagem contida nos materiais. Mas, nem sempre este comportamento deu origem a um enfraquecimento adequado da ritmagem, porque o professor repetiu as explicações e/ou as respostas dadas aos estudantes, não

apresentando nova informação ou novos exemplos que clarificassem os assuntos em discussão.

Em relação à regra discursiva critérios de avaliação, em geral, verificou-se que o professor recontextualizou a mensagem dos materiais curriculares no sentido de uma menor explicitação do texto a aprender (enquadramento fraco), ou seja, deixando pouco claro o texto a ser produzido pelos estudantes como resultado da aprendizagem, tanto em termos da explicitação da metaciência como da explicitação da relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e os conhecimentos sobre o ensino das ciências. Mais uma vez, o professor tendeu a usar uma maior explicitação da dimensão filosófica da ciência (enquadramento forte), o que é consistente com o facto de ter explorado com maior profundidade as perspetivas associadas a esta dimensão.

Um aspeto interessante a ter em conta, para se compreender melhor as condições de aprendizagem proporcionadas pela prática pedagógica, é considerar os efeitos da interação, ao nível do contexto instrucional, das regras discursivas ritmagem e critérios de avaliação. Com base no modelo teórico correspondente a uma prática pedagógica mista (Morais & Neves, 2009) e adaptando o modelo usado por Morais e Miranda (1995) sobre a interação entre o discurso instrucional (critérios de avaliação) e o discurso regulador (regras hierárquicas), esquematizam-se na Figura 4.9 as possíveis relações entre as duas regras discursivas e o modo como permitem situar a prática pedagógica do professor. Quando a prática pedagógica se caracteriza por uma ritmagem fraca (enquadramento fraco) isso significa que o professor dá controlo aos estudantes em relação ao tempo destinado à aprendizagem. Se, em simultâneo, a prática do professor exibir uma tendência para uma clara explicitação do texto a apreender, estarão asseguradas as condições “ideais” no sentido de garantirem o sucesso da aprendizagem dos estudantes quanto ao texto a ser produzido. Contudo, se o controlo sobre o tempo de aprendizagem for dado aos estudantes (enquadramento fraco na ritmagem) mas o texto a apreender for pouco explícito (enquadramento fraco nos critérios de avaliação), a prática pedagógica não é adequada a uma aprendizagem com significado, dado que os estudantes não têm acesso ao texto a apreender.

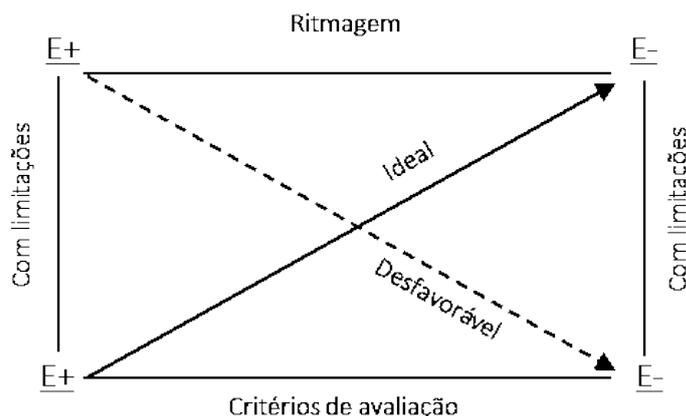


Figura 4.9. Conjugação das tendências da prática pedagógica relativa às regras discursivas ritmagem e critérios de avaliação

Quando a prática pedagógica se desenvolve no sentido de o controlo sobre o tempo de aprendizagem pertencer ao professor (enquadramento forte na ritmagem) e de existir uma forte explicitação dos critérios de avaliação, há limitações das condições de aprendizagem, porque aos estudantes pode não ser dado o tempo nem os esclarecimentos necessários para ficarem na posse do texto a apreender. Finalmente, quando a ritmagem é forte (os estudantes não têm controlo sobre o ritmo de aprendizagem) e se, em simultâneo, existir uma fraca explicitação (ou ausência de explicitação) dos critérios de avaliação, então a tendência tem o sentido oposto ao apontado pelos princípios orientadores do modelo teórico e subjacentes aos materiais curriculares. Neste caso, a prática pedagógica apresentará sérias limitações à aprendizagem do texto requerido e, como tal, será desfavorável à aprendizagem dos estudantes e, portanto, oposta à modalidade de prática contemplada nos objetivos da formação.

No caso da prática pedagógica analisada, e considerando as várias dimensões metacientíficas, a tendência situa-se, em geral, no lado esquerdo do esquema, com E^- na ritmagem e nos critérios, o que poderá levar a limitações na aprendizagem. Excetua-se a dimensão filosófica que, de acordo com a caracterização da prática, poderá situar-se na diagonal E^+/E^- , situação favorável à aprendizagem.

A tendência evidenciada pela prática do professor pode justificar-se pelas eventuais dificuldades sentidas por ele no ensino da metaciência, quer em relação a *o que* ensinar, quer no que se refere a *o como* ensinar a relação entre discursos, visto que exige do professor uma grande capacidade de articulação entre dois tipos de conhecimentos com natureza diferente.

Com base na distinção de Bernstein (1999) entre estruturas hierárquicas e horizontais de conhecimento, a metaciência pode ser considerada como um conhecimento com uma estrutura horizontal, ou seja, de natureza diferente do conhecimento com estrutura hierárquica, como é o conhecimento científico da química, em que o professor foi socializado durante a sua formação acadêmica (Morais & Neves, 2012). A necessidade de harmonizar estas duas formas de conhecimentos na prática pedagógica pode ter impedido o professor de tirar melhor partido da mensagem contida nos materiais curriculares. Uma possível explicação para esta eventual limitação encontra-se recorrendo novamente a Bernstein (1999) e ao modo como caracteriza as estruturas horizontais de conhecimento. Estas estruturas de conhecimento são constituídas por uma série cumulativa de linguagens especializadas (paralelas) com os seus modos próprios de questionamento e com critérios específicos para a produção e a circulação de textos. É nestas estruturas que se incluem tanto o conhecimento sobre o ensino das ciências (didático) como o conhecimento metacientífico, ambos correspondendo a conhecimentos distintos e, cada um deles, possuindo um conjunto de linguagens paralelas. Dada a sua formação e experiência anterior, em princípio, o professor está mais familiarizado com o discurso sobre o ensino das ciências. Embora o discurso metacientífico esteja pormenorizadamente descrito nos materiais curriculares, podendo-se considerar que cada uma das disciplinas metacientíficas é explícita e bem delimitada, o ensino da metaciência no quadro do ensino/aprendizagem das ciências pode ter constituído uma dificuldade acrescida para o professor, ao procurar estabelecer a relação entre diversas linguagens.

Outros fatores a ter em conta na recontextualização da mensagem dos materiais curriculares feita pelo professor prendem-se com a estrutura dos materiais e a participação dos estudantes. O *Guia do professor* centra-se no ensino da metaciência mas, em algumas atividades, não expressa todos os momentos em que é possível estabelecer as relações intradisciplinares nem aprofunda todas as perspetivas em que deve incidir a explicitação da metaciência e da relação entre este conhecimento e o ensino das ciências porque, embora sugerindo diversos aspetos a integrar na exploração dos assuntos, deixa abertura à iniciativa do professor e dos estudantes. Como os estudantes só raramente intervieram de modo a possibilitar o aprofundamento de um qualquer assunto (Apêndice 8), isto pode ter constituído um fator limitante à atuação do professor pois exigiria um esforço acrescido de questionamento e de gestão do tempo de discussão, de modo a explicitar claramente os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e as relações entre metaciência e o ensino

das ciências. Por exemplo, o professor despendia muito tempo na realização e na exploração das atividades e, quando iniciava a discussão final, por vezes apressado, restringia-se ao texto base e dava menos valor às sugestões com maior grau de abertura, limitando-se a projetar as frases síntese sem as explorar ou nem sequer elaborando uma síntese. Os resultados obtidos na análise dos excertos relativos aos critérios de avaliação, incluídos no indicador elaboração de sínteses (Apêndice 8.3), sustentam esta interpretação.

Com base no exposto, reconhece-se a dificuldade do professor em imprimir um ritmo mais vivo às discussões e em conseguir gerir o tempo para explorar as perspetivas em estudo relativas à metaciência com maior profundidade e um grau de explicitação mais elevado. Os estudantes, habitualmente, limitavam-se a responder ao solicitado nas atividades de um modo superficial ou incompleto e colocavam dúvidas de natureza diversa a que o professor procurava responder. As dúvidas dos estudantes, muitas vezes relacionadas com o significado de expressões da linguagem utilizada e o uso incorreto de termos (os estudantes usavam com frequência expressões do senso comum como, por exemplo, “derreter” em vez de fundir ou “congelar” em vez de solidificar) que o professor procurava corrigir, terão contribuído para aumentar o tempo destinado à realização de algumas atividades e à exploração dos assuntos em estudo sem ganhos efetivos para a aprendizagem da metaciência (como se referiu anteriormente, a propósito da regra discursiva ritmagem)⁹⁹. Esta justificação é consistente com o facto de, na prática, apenas ter ocorrido um número residual de excertos categorizados no indicador “intervenções dos estudantes”, o que, em parte, pode ser revelador da impreparação dos estudantes para participarem em discussões de assuntos, com base na interpretação de textos e de relatos de casos, em situações de aprendizagem que mobilizam capacidades de pensamento crítico e de argumentação (e.g., Keeley, Eberle & Farrin, 2005; Michaels, Shouse & Schweingruber, 2008).

As razões apontadas também podem contribuir para justificar o facto de, ao nível das regras hierárquicas, o professor não ter dado maior controlo aos estudantes nas relações de comunicação (discussão dos assuntos, confronto de ideias, entre outras), sendo esta uma das características consideradas favoráveis para a aprendizagem de todos os estudantes. Admite-se que a postura e a forma de participação dos estudantes no trabalho possam ter constituído

⁹⁹ Estas situações não se tinham verificado com tanta acuidade na pilotagem da formação, porque os estudantes da turma-piloto eram mais interventivos e colocavam diversas questões pertinentes sobre os assuntos em estudo (notas de campo da investigadora).

um obstáculo ao estabelecimento de uma relação de comunicação do tipo horizontal mais duradoura, quando o professor estimulava as interações professor-estudantes.

Atendendo às características da prática pedagógica do professor quando implementou os materiais curriculares concebidos para um ensino explícito da metaciência e da sua importância no ensino/aprendizagem das ciências, seria expectável que os estudantes compreendessem melhor o texto relativo à dimensão filosófica do que os aspetos relacionados com as outras dimensões metacientíficas e que as aprendizagens relacionadas com a dimensão filosófica se situassem mais ao nível das capacidades (Apêndice 8.1). Com a análise dos resultados das aprendizagens e do desempenho dos estudantes, que será apresentada na secção seguinte, pretende-se explorar essas previsões.

3.3. O desempenho dos estudantes

De modo a apreciar os efeitos da formação, em função das características da prática pedagógica do professor e da recontextualização que ele fez da mensagem contida nos materiais curriculares, no desempenho dos estudantes, procedeu-se à análise das aprendizagens em termos da compreensão da metaciência e sobre o ensino da metaciência no quadro do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico bem como à análise da evolução das concepções dos estudantes, antes e após a formação. Para o efeito recorreu-se a diversas fontes de dados, tal como preconizado por Yin (2009).

No que diz respeito à análise das aprendizagens, uma fonte de dados foram os testes de avaliação sumativa e outra o relatório do trabalho final. Recorreu-se, ainda, a uma fonte de dados complementar, a entrevista aos estudantes, visando apreciar mais detalhadamente a compreensão do significado da metaciência no ensino/aprendizagem das ciências, a partir da orientação específica de codificação e das disposições socioafetivas dos estudantes para o referido contexto.

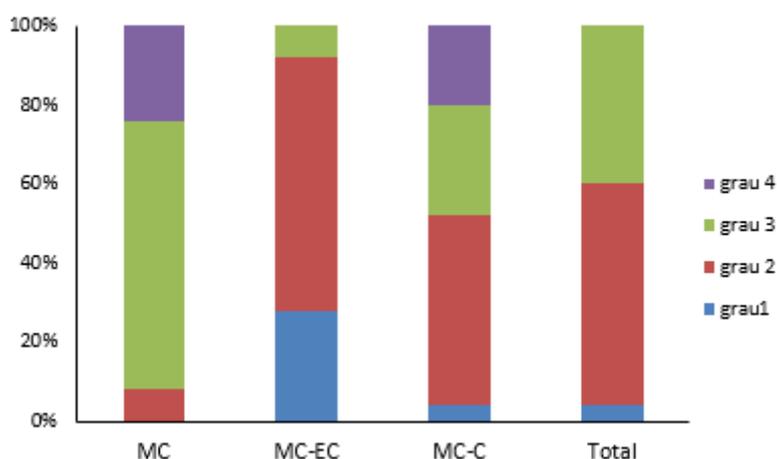
No que se refere à evolução das concepções dos estudantes, quer sobre ciência, quer sobre o ensino das ciências, recorreu-se a outra fonte de dados: os questionários aplicados antes e após a formação. A seguir apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos a partir das análises dos referidos documentos.

3.3.1. Aprendizagens relacionadas com a metaciência e com o ensino das ciências

Os resultados apurados na análise dos testes e dos relatórios dos trabalhos finais permitiram obter dados para avaliar as aprendizagens dos estudantes, em termos da compreensão da metaciência, no que se refere a conhecimentos e/ou capacidades relativos às dimensões metacientíficas e do significado que atribuíam à relação entre a metaciência e o ensino das ciências. No caso do estudo desta característica, os resultados foram complementados pelos dados fornecidos pela entrevista.

3.3.1.1. Teste

Relativamente aos resultados do teste, as cotações obtidas pelos estudantes nas questões que incidiam na metaciência foram organizadas de acordo com as características em estudo (Apêndice 9.2). Calcularam-se as percentagens relativas obtidas por cada estudante e pelo conjunto dos estudantes, em relação a cada uma das características e distribuíram-se os valores apurados numa escala de quatro graus de avaliação: grau 1 – de 0 a 24%; grau 2 – de 25 a 49%; grau 3 – de 50 a 74%; grau 4 – de 75 a 100%. A análise dos resultados globais do teste (Figura 4.10) revela que a maioria (56%) dos estudantes se situou no grau 2 da escala e nenhum atingiu a classificação de grau 4. Quanto à distribuição das classificações dos restantes estudantes, 40% situaram-se no grau 3 e apenas 1 (4%) foi classificado no grau 1. Isto significa que a maioria dos estudantes teve baixo aproveitamento no teste, na componente relativa à metaciência.



Fonte: Apêndice 9.2.

Figura 4.10. Frequência relativa dos graus de classificação dos testes no total e para cada uma das características em estudo (MC, metaciência; MC-EC, relação entre metaciência e o ensino das ciências; MC-C, relação entre metaciência e ciência).

Numa análise geral das citações das respostas do teste, associadas a cada uma das características em estudo (Apêndice 9.2), constatou-se que os estudantes obtiveram melhores resultados nas respostas às questões relacionadas com o significado do conhecimento metacientífico e os resultados mais fracos nas respostas relativas às questões sobre a relação intradisciplinar entre metaciência e o ensino das ciências. Estes resultados parecem indicar que a maioria dos estudantes apreendeu o texto relativo à compreensão do significado das dimensões metacientíficas. Quanto à compreensão das relações entre a metaciência e o ensino da metaciência para o sucesso da aprendizagem científica, os resultados dos estudantes levam a crer que a maioria não apreendeu o texto requerido.

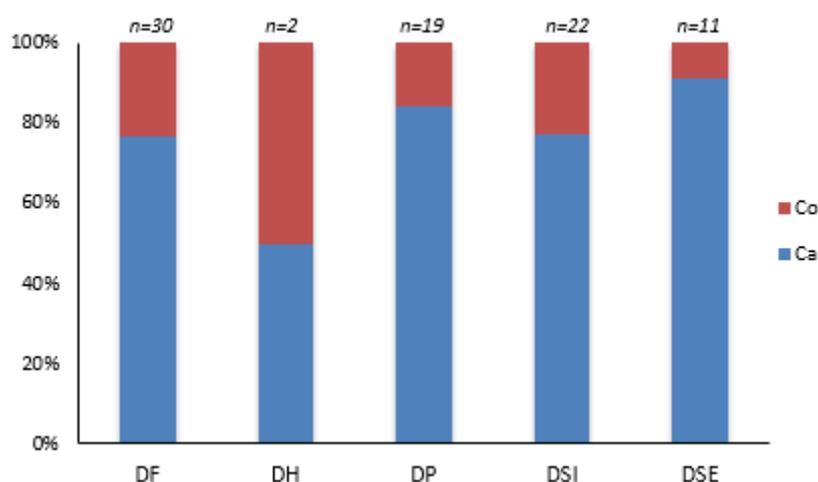
No que diz respeito à avaliação da compreensão do significado dos conhecimentos e das capacidades associados às dimensões metacientíficas, a maioria dos estudantes (68%) obteve uma classificação de grau 3, 8 % foram classificados no grau 2 e os restantes 24% obtiveram uma classificação de grau 4, não havendo nenhum estudante classificado no grau 1. Relativamente à avaliação da compreensão sobre a relevância do ensino das ciências e a importância de explorar a relação entre metaciência e ciência, no âmbito do ensino/aprendizagem das ciências para alunos do 1º ciclo do ensino básico, a maioria dos estudantes (64%) foi classificada no grau 2, 8% no grau 3 e 28% no grau 1, não existindo nenhum estudante que tenha obtido uma classificação de grau 4. No que diz respeito à avaliação da compreensão do significado da relação entre metaciência e ciência, a maior parte dos estudantes (48%) obteve uma classificação de grau 2, 4% situaram-se no grau 1, 28% classificaram-se no grau 3 e os restantes 20% no grau 4. Embora o conhecimento científico seja subsidiário neste contexto e este resultado tenha um pequeno significado para a análise, já que no teste apenas se incluiu uma questão sobre a relação em causa, fez-se aqui uma breve referência aos dados obtidos, porque a avaliação desta aprendizagem é válida em relação às aulas lecionadas.

3.3.1.2. Relatório do trabalho final

Através da análise do conjunto dos relatórios dos trabalhos finais, constatou-se que a maioria dos estudantes incluiu referências à metaciência, em termos das capacidades e/ou conhecimentos (Apêndice 9.3), como era requerido (*o que ensinar*). A dimensão filosófica foi contemplada na maioria dos trabalhos (90%) e apenas um continha referências à dimensão histórica.

As dimensões psicológica e sociológica na sua vertente interna tiveram uma expressão semelhante no conjunto dos trabalhos (68%), ao passo que a vertente externa da dimensão sociológica teve menor expressão (40%). Analisando, em maior detalhe, as referências a cada uma das dimensões metacientíficas incluídas nos trabalhos, verificou-se que a maioria dos estudantes aludiu, principalmente, às capacidades que lhes estão associadas, tal como mostra o gráfico da Figura 4.11.

No que se refere à relação entre a metaciência e o ensino das ciências (*como ensinar*), verificou-se uma elevada presença desta relação (84%) nos relatórios. Apesar dos trabalhos envolverem determinados conceitos e processos científicos (por ex. mudanças de estado físico da água), trata-se de um conhecimento subsidiário, como já foi referido e, por isso, não se analisou no trabalho final. Considerou-se que a relação entre a metaciência e a ciência esteve sempre presente, desde que os estudantes referissem a metaciência nos relatórios. Apenas uma estudante (Teresa) não aludiu à metaciência no seu relatório.



Fonte: Apêndice 9.3.

Figura 4.11. Inclusão da metaciência nos relatórios dos trabalhos de aplicação, em termos de referências (*n*) a conhecimentos (Co) e capacidades (Ca) associados às dimensões metacientíficas (DF, filosófica; DH, histórica; DP, psicológica; DSI, sociológica interna; DSE, sociológica externa).

Em síntese, reconhece-se que os testes e os relatórios dos trabalhos finais são fontes de dados limitadas para apreciar as aprendizagens dos estudantes. Contudo a conjugação dos dados resultantes da análise destes produtos de avaliação parece indicar que, em geral, os estudantes apreenderam a mensagem relativa à compreensão da metaciência transmitida no contexto da formação, embora a aquisição dos conhecimentos se traduza em diferentes níveis de aprendizagem. No que diz respeito à aprendizagem da metaciência, os resultados do teste indicam que grande parte dos estudantes mostraram ter compreendido o significado das

dimensões metacientíficas. Mas a análise dos relatórios dos trabalhos finais, fornece dados mais específicos.

Atendendo à diversidade de referências a conhecimentos e/ou capacidades relativos a cada uma das dimensões metacientíficas, verifica-se que os estudantes incluíram alguns aspetos no trabalho, enfatizando a dimensão filosófica, essencialmente, em termos das capacidades metacientíficas. Este resultado é consistente com o facto de os estudantes estarem mais familiarizados com as capacidades investigativas associadas aos processos científicos, dada a natureza das atividades realizadas, com realce para a atividade de investigação experimental requerida no trabalho final. Além disso, o facto de, durante a formação, ter sido atribuída maior relevância à abordagem de diversas perspetivas relacionadas com a dimensão filosófica, com particular incidência nas capacidades investigativas associadas a esta dimensão metacientífica, parece sustentar a previsão que daí emergiu refletindo-se no número, tipo e qualidade das referências à metaciência que os estudantes incluíram no trabalho (Apêndice 9.3).

Quanto às aprendizagens em termos da compreensão da relação entre a metaciência e o ensino das ciências, os resultados obtidos na análise do teste foram mais fracos do que os apurados na análise do relatório do trabalho final, facto talvez explicável pela natureza dos instrumentos de avaliação. Com efeito, os requisitos do trabalho tornavam explícita a necessidade de incluir a relação entre a metaciência e o ensino das ciências no processo de ensino/aprendizagem (sem, contudo, exigir a especificação dos conhecimentos a explorar). No teste (Apêndice 6.2), a compreensão desta relação foi apreciada através das respostas dos estudantes às questões 1., 2.2 e 3.3. Verificou-se que, apesar das respostas a cada uma das questões não serem satisfatórias (Apêndice 9.2), foi na questão 3.3 (“Discuta a pertinência de se explorar a relação entre os conhecimentos metacientíficos e os conhecimentos científicos no ensino das ciências ao nível do 1º CEB”) que a maioria das respostas foi classificada com zero.

Uma possível explicação para este resultado é o facto de a resposta exigir a produção de um texto, relacionando os dois tipos de conhecimentos, adequado ao contexto do ensino/aprendizagem das ciências, o que implicaria a mobilização de capacidades cognitivas a nível da avaliação (juízo crítico). Isto pode ter constituído mais um obstáculo, dada a reconhecida dificuldade demonstrada por estes estudantes ao nível da expressão escrita, evidenciada no decurso da formação. De facto, tal como sucedeu, mesmo nos casos em que os graus de classificação obtidos nos testes para esta característica se revelaram baixos, a

maioria dos estudantes incluiu a relação entre a metaciência e o ensino das ciências no trabalho final, ainda que o fizessem em termos de capacidades e/ou conhecimentos metacientíficos genéricos, no âmbito da planificação para ensinar um determinado assunto científico a alunos do 1.º ciclo do ensino básico (Apêndice 9.2 e 9.3).

3.3.1.3. Entrevista

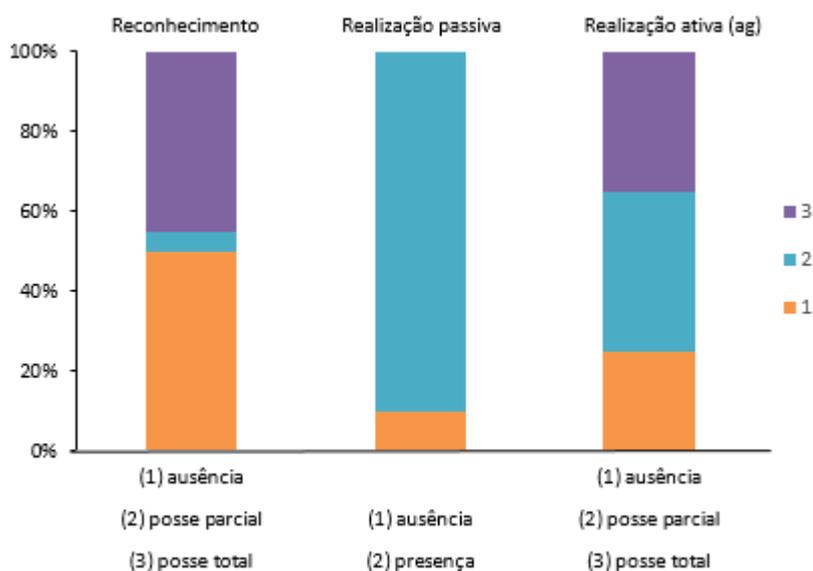
Nesta secção, apresentam-se e discutem-se os resultados da análise da entrevista (Apêndice 10) de acordo com os procedimentos descritos no ponto 4.4.3 do capítulo da metodologia. A partir dos dados obtidos, procurou-se determinar a orientação específica de codificação (regras de realização ativa/passiva) e as disposições socioafetivas dos estudantes para o contexto de ensino/aprendizagem da metaciência, no 1.º ciclo do ensino básico, de modo a apreciar com mais profundidade o grau de compreensão dos estudantes para o referido contexto. Deste modo, procurou-se que os resultados de todos os elementos que refletissem as aprendizagens dos estudantes contribuíssem para garantir uma maior validade inferencial nos termos apresentados por Teddlie e Tashakkori (2006, 2009). Dado que apenas foi possível entrevistar vinte dos vinte cinco estudantes que concluíram a formação, a análise que se apresenta reporta-se apenas a esse conjunto de participantes.

Orientação específica de codificação

A determinação da orientação específica de codificação dos estudantes para o contexto do ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico resultou da conjugação dos resultados obtidos a partir das regras de reconhecimento e de realização passiva e ativa, em termos de argumentação, para o referido contexto (capítulo da metodologia, ponto 4.4.3.2). Os resultados obtidos (Figura 4.12) sugerem que a maioria dos estudantes revelou possuir realização passiva e evidenciou mais dificuldades no reconhecimento e na realização ativa, em termos de argumentação (ag), do texto a produzir.

Relativamente às regras de reconhecimento, os resultados mostram que, apenas cerca de metade dos estudantes (45%) reconheceram o contexto. Ao serem fornecidas essas regras, a maioria dos estudantes (90%) reconsiderou a escolha e justificou de acordo com o quadro teórico, revelando a posse de realização passiva. Isto significa que, embora alguns estudantes não reconhecessem o contexto, quando este lhes foi fornecido, foram capazes de selecionar os significados apropriados ao contexto, ou seja, de justificarem o ensino da metaciência a alunos do 1.º ciclo do ensino básico em termos de aprendizagem de uma conceção mais

abrangente de ciência, perspectivada através de alguns aspetos históricos, filosóficos, psicológicos e sociológicos.



Fonte: Apêndice 9.4.

Figura 4.12. Orientação específica de codificação dos estudantes para o contexto do ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico.

Quanto à realização ativa, em termos de argumentação, a maioria dos estudantes (40%) apenas revelou posse parcial, 25% evidenciaram ausência de posse destas regras e os restantes (35%) revelaram posse total. Isto significa que apenas estes estudantes foram capazes de produzir integralmente o texto adequado ao contexto, ou seja, foram capazes de exemplificar, através da descrição do planeamento de uma atividade hipotética, como exploravam a metaciência com os alunos do 1.º ciclo do ensino básico, referindo capacidades e conhecimentos associados à/s dimensão/ões envolvidas na situação de aprendizagem que escolheram descrever.

A conjugação dos resultados, em termos da posse de cada uma das três regras analisadas, de cada estudante e do conjunto dos estudantes, permitiu situá-los nas três categorias definidas no modelo de análise (Tabela 3.26) quanto à posse de orientação específica de codificação (Apêndice 9.4). Em geral, a maioria dos estudantes revelou possuir parcialmente orientação específica de codificação (70%) e apenas dois estudantes (10%) revelaram não ter esta orientação (ausência). Os restantes 20% revelaram ter posse total de orientação específica de codificação para o contexto em análise.

Disposições socioafetivas

Para determinar o posicionamento dos estudantes face ao ensino da metaciência no 1º ciclo do ensino básico, averiguou-se das disposições socioafetivas de cada um dos estudantes quanto à sua confiança e à motivação para ensinar a metaciência e à valorização dessa abordagem, quando destinada a alunos do 1º ciclo do ensino básico. Os resultados mostram que, em geral, a maioria dos estudantes (60%) tem disposições socioafetivas favoráveis para esta abordagem no ensino das ciências e apenas 10% revelam disposições pouco favoráveis. Os restantes (30%) manifestam disposições muito favoráveis para o referido contexto (Apêndice 9.5).

Especificando as disposições socioafetivas relacionadas com as características estudadas, constata-se que todos os estudantes revelaram ter disposições favoráveis ou muito favoráveis em relação à motivação para ensinar a metaciência e à relevância atribuída a essa abordagem, quando destinada a alunos do 1º ciclo do ensino básico. Os resultados menos favoráveis em relação à confiança para ensinar a metaciência (apenas 30% dos estudantes se mostrou confiante, 10% afirmaram não ter confiança e 60% mostraram alguma confiança) são justificáveis se atendermos à natureza das razões invocadas pelos estudantes. De facto, era lógico que, perante um assunto novo, abordado num número algo reduzido de aulas, os estudantes considerassem ter necessidade de estudar mais e realizar um maior número de atividades neste âmbito para adquirirem mais confiança para ensinar os alunos do 1º ciclo do ensino básico como se ilustrou nos excertos [47] e [48].

Em síntese, pode afirmar-se que a maioria dos estudantes possui, em certa medida, orientação específica de codificação para a produção de um texto adequado ao ensino da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico. Este resultado evidencia uma tendência positiva no sentido das aprendizagens realizadas, embora a determinação da orientação específica de codificação dos estudantes tenha sido intencionalmente apreciada em relação ao conjunto das dimensões de construção da ciência pois, como já se referiu, não é expectável, mesmo em contexto real de sala de aula, que a planificação de uma mesma atividade possa incluir referências a capacidades e/ou conhecimentos associados a cada uma das dimensões metacientíficas.

Considerando que os resultados relativos à planificação das atividades requeridas no trabalho final também podem servir como fonte de dados para apreciar a posse de realização ativa para o contexto do ensino da metaciência na aprendizagem das ciências, a análise da

inclusão da relação entre metaciência e ensino das ciências (presença/ausência) nos relatórios ajudou a complementar os resultados da entrevista sobre a posse destas regras. Admitiu-se, assim, que enquanto a planificação de atividades, em situação da entrevista, em que é solicitada a descrição de um exemplo hipotético, permitiu inferir da posse de regras de realização ativa em termos de argumentação, a planificação de atividades em contexto de simulação em sala de aula possibilitou, em parte, inferir da posse de regras de realização ativa em termos de implementação. Esta conjugação de dados foi facilitada pelo facto de, em ambos os casos, se terem apreciado as aprendizagens em função do ensino da metaciência, em geral, e não de cada uma das dimensões metacientíficas, para a produção de um texto adequado ao contexto em causa. De facto, verificou-se que a maioria dos estudantes, com posse de realização ativa (total ou parcial) em termos de argumentação, incluiu esta característica (realização ativa, em termos de implementação) nos relatórios dos trabalhos finais.

Além disso, o modo como foi conduzida a entrevista (capítulo da metodologia, ponto 4.4.2) revelou-se favorável à reformulação do discurso oral dos estudantes, dado o *probing* realizado pela investigadora. E também não se pode iludir o facto do contacto que os entrevistados já tinham com a investigadora os levasse a responder o que pensavam ser o expectável ou o mais correto (Tuckman, 2012) do ponto de vista da investigação. A triangulação dos dados provenientes destas duas fontes parece, pois, contribuir para aumentar a validade das inferências sobre a orientação específica de codificação dos estudantes para o contexto do ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico.

Os resultados indicam, ainda, que os estudantes possuem disposições socioafetivas favoráveis à abordagem da metaciência no referido contexto. De facto, mesmo os estudantes que não manifestaram total confiança na sua capacidade de abordarem a metaciência com os alunos do 1.º ciclo do ensino básico, sem um estudo mais aprofundado do assunto, mostraram-se motivados para o fazer e valorizaram este tipo de abordagem no ensino/aprendizagem dos alunos daquele nível de escolaridade.

3.3.2 Evolução das concepções dos estudantes

Os estudantes participantes na segunda fase da investigação responderam novamente ao questionário após a formação, visando apreciar a evolução das concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências. Usando um procedimento idêntico ao descrito e discutido no

capítulo da metodologia (ponto 3.2.3), recolheram-se 25 questionários completos e válidos para a análise. Nesta seção apresentam-se os resultados obtidos, comparando as concepções dos estudantes antes e após a formação.

3.3.2.1. Concepções sobre o ensino das ciências antes e após a formação

No que diz respeito às concepções sobre o ensino das ciências, tal como se verificou nas respostas ao questionário (Apêndice 3), aplicado antes da formação, a maioria dos estudantes (76%) continuou a situar-se no grau 3 (Apêndice 9.6). Os dados da Tabela 4.5 evidenciam a categorização dos estudantes em relação ao grau em que se situaram antes e após a formação (a mudança de grau está representada pela seta azul).

Tabela 4.5

Extensão e sentido da evolução dos graus de concepções sobre ensino das ciências.

	1	2	3	4
Antónia		●	→	
			●	→
			●	→
Clara		●	→	
Fátima				
				●
Manuela	●	→		
Marta				
Raquel		●	→	
Vera		●	→	

Fonte: Apêndice 9.6.

Realça-se o facto de três estudantes terem evoluído para o grau 4, de quatro estudantes inicialmente situadas no grau 2 terem avançado para o grau 3 e da única estudante que se

situara inicialmente no grau 1 também ter evoluído para o grau 3. Catorze estudantes mantiveram a classificação no grau 3 e apenas duas mantiveram a classificação inicial de grau 2, não mostrando qualquer evolução em relação às concepções que detinham antes da formação. Esta variação resultou, principalmente, do facto dos estudantes terem dado menos respostas concordantes com as afirmações relativas aos mitos e mais respostas concordantes com as ideias aceites (capítulo da metodologia, ponto 3.2.3).

O resultado mais expressivo verificou-se na percentagem menos elevada de estudantes concordantes (95% após a formação e 61,9% antes da formação) com o mito relacionado com a dimensão filosófica sobre o facto do estudo das ciências ter pouca relevância no 1.º ciclo, porque os assuntos são difíceis e poucos alunos conseguirem aprender os conceitos e desenvolverem os processos científicos (Questionário, parte II-J).

Quanto às restantes afirmações referentes a mitos, a variação das concepções foi residual. De realçar que, após a formação, a maioria dos estudantes continuou a concordar com os mitos da certeza em ciência (79,2%) e da existência de um único método científico (86,4%), itens A e D, respetivamente. No que se refere às ideias aceites, dado que antes da formação a maioria dos estudantes (96,1%) tinha concordado com as afirmações, existiu apenas um ligeiro aumento de respostas concordantes (Apêndice 9.6), em grande parte como resultado da redução de respostas assinaladas como indecisas (de 15,3% antes da formação e 6,5%, após a formação).

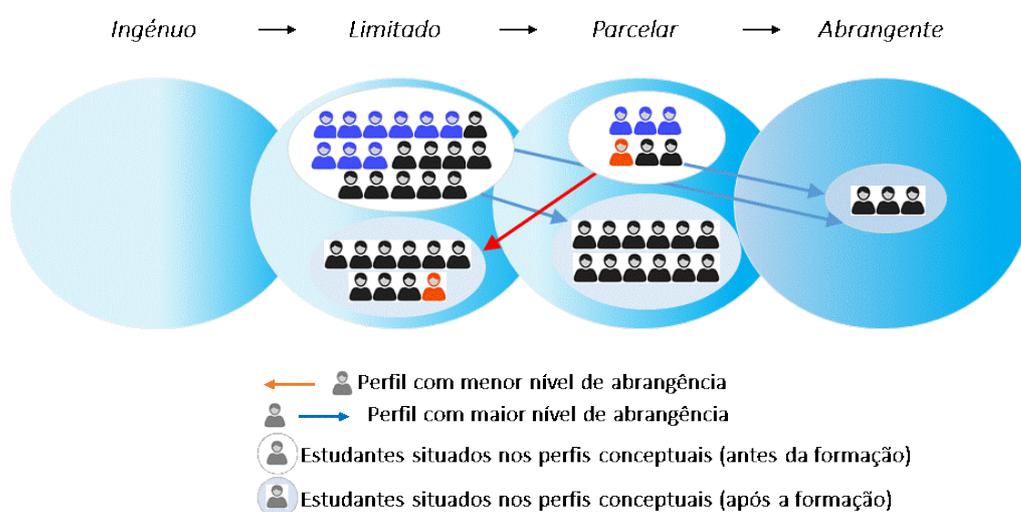
Em síntese, como era expetável não se verificou uma grande evolução nas concepções analisadas após a formação pois a maioria dos estudantes continuou a ser classificada no grau 3. Considerando a tendência observada, parece ser legítimo afirmar que houve alguma evolução nas concepções dos estudantes sobre o ensino das ciências, em particular se considerarmos que grande parte dos estudantes abandonou alguns mitos que possuía antes da formação.

3.3.2.2. Perfis de concepções sobre ciência antes e após a formação

De modo a apreciar a evolução das concepções dos estudantes sobre ciência, em relação às características em estudo, procedeu-se à análise das respostas obtidas pela aplicação do questionário após a formação, classificou-se o perfil de cada um dos 25 estudantes de acordo com o modelo de análise (capítulo da metodologia, ponto 3.2.3) e compararam-se os

resultados obtidos, relativamente aos perfis de concepções desses estudantes, antes e após a formação (Apêndice 9.7).

Para apreciar a tendência da evolução das concepções, agruparam-se os resultados obtidos para cada uma das características em estudo. A tendência final global, para cada estudante, obteve-se considerando os perfis atingidos e, cumulativamente, a extensão e o sentido da evolução dos perfis dos menos para os mais abrangentes. Os resultados apurados, expressos na Figura 4.13, mostram que houve uma certa evolução no perfil global de concepções sobre ciência, evidenciada pela tendência de evolução das concepções da maioria dos estudantes, no sentido dos perfis conceptuais de maior abrangência.



Fonte: Apêndice 9.7.

Figura 4.13. Tendência da evolução dos perfis globais de concepções sobre ciência dos estudantes.

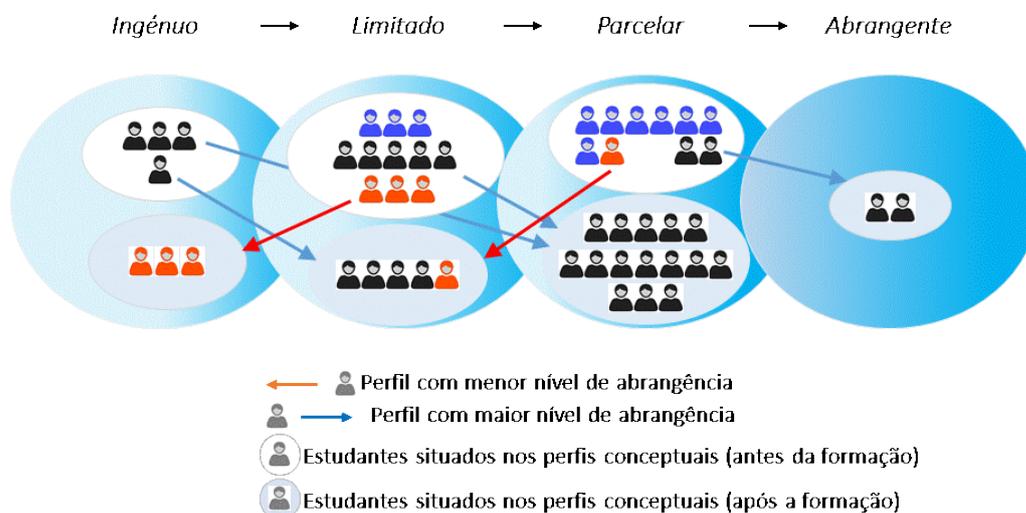
É de realçar que, antes da formação, o perfil limitado era o mais representado e após a formação a maioria dos estudantes situou-se no perfil parcelar. É também de realçar o facto de haver estudantes que se deslocaram para o perfil abrangente, em cada uma das dimensões metacientíficas. Isto decorre de se ter verificado uma tendência evolutiva, em maior ou menor grau, para cada uma das concepções analisadas, como se apresenta adiante. Especificando os resultados obtidos para o perfil global, verificou-se que, antes da formação, a maioria dos estudantes situava-se no perfil limitado (19) e os restantes (6) no perfil parcelar, não se registando nenhum caso a quem fosse atribuído um perfil global ingénua ou abrangente. Após a formação, nove estudantes avançaram do perfil limitado para o parcelar e três (dois do parcelar e um do limitado) atingiram o perfil abrangente. Apenas uma estudante (Teresa) regrediu do perfil parcelar para o limitado. Considerando que, segundo o modelo de análise, os quatro perfis conceptuais se distinguem pelo número de perspetivas

selecionadas pelos estudantes em resposta a cada uma das questões (maior ou menor abrangência) e o tipo de justificação (adequada, parcialmente adequada ou não adequada/inexistente) apresentado para essa escolha (capítulo da metodologia, ponto 3.2.3), a evolução no sentido da maior abrangência conceptual deu-se nos casos em que os estudantes selecionaram um maior número de perspectivas e/ou justificaram mais ou menos adequadamente a sua escolha. Ao contrário, o retrocesso no sentido de menor abrangência das conceções registou-se em situações resultantes da ausência de justificações adequadas ou parcialmente adequadas para a seleção das afirmações relativas às perspectivas de cada uma das questões. Contudo, é de realçar o caso das características – conceção sobre o conhecimento científico (C_C) e dimensões metacientíficas envolvidas na construção do conhecimento científico (C_{MC}) – em que a classificação do perfil dependia, também, do facto de os estudantes selecionarem ou não as afirmações correspondentes a mitos (Questionário, parte III, A1 e B1, Apêndice 2).

Quanto às conceções sobre o conhecimento científico, apreciadas em função dos *valores epistémicos* internos à ciência, constatou-se que, antes da formação, a maioria dos estudantes (11) evidenciava conceções inerentes ao perfil limitado. Após a formação, verificou-se que a maior incidência pertencia ao perfil parcelar (15) e dois posicionaram-se no perfil abrangente, como mostra a Figura 4.14. Oito estudantes evoluíram dos perfis ingénuo e limitado para o perfil parcelar, dois deslocaram-se do perfil parcelar para o abrangente e um evoluiu do perfil ingénuo para o limitado. Quatro estudantes evidenciaram regressão, posicionando-se em perfis conceptuais menos abrangentes em relação à categorização que lhes fora atribuída antes da formação (um do perfil parcelar para o limitado e três do limitado para o ingénuo). Dois destes estudantes (Eva e Sónia), à semelhança do que tinham feito nas respostas ao questionário aplicado antes da formação, não deram justificações adequadas mas, nesta segunda aplicação, selecionaram apenas uma afirmação em vez das duas que escolheram da primeira vez; outros dois estudantes (Raquel e Sofia), ao contrário do que tinham feito na resposta ao questionário antes da formação, selecionaram a afirmação correspondente ao mito do conhecimento científico tido como o único legítimo e objetivo, ocasionando a regressão do nível de conceções no sentido do perfil conceptual menos abrangente¹⁰⁰ (Apêndice 9.7). Em geral, a variação observada pode explicar-se pelo tipo de justificações apresentadas pelos estudantes, relativamente às

¹⁰⁰ De acordo com o modelo de análise, as afirmações referentes aos mitos não são contabilizadas para efeitos da determinação dos perfis (cf. capítulo da metodologia, ponto 3.2).

escolhas em que incidiram as suas respostas após a formação, pois verificou-se um razoável aumento na categoria justificação parcialmente adequada (de 36% para 60%) e, ao mesmo tempo, a redução na categoria de justificação não adequada (de 52% para 28%).



Fonte: Apêndice 9.7.

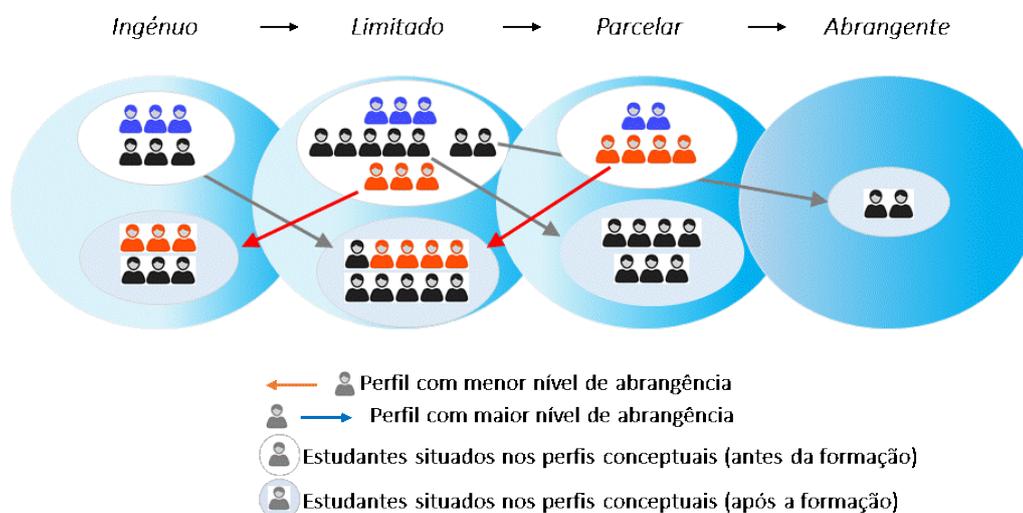
Figura 4.14. Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre o conhecimento científico.

No que diz respeito às concepções sobre o conhecimento metacientífico, apreciado através das dimensões de construção da ciência (Questionário, parte III, B1, Apêndice 2), a tendência da evolução dos perfis de concepções foi ténue porque, tal como se tinha verificado antes da formação, a maioria dos estudantes foi categorizada nos perfis limitado (10) e ingénua (6), embora tenham surgido, novamente, estudantes (2) situados no perfil abrangente, como evidencia a Figura 4.15.

A tendência final mostra que dez estudantes evidenciaram alguma evolução nas suas concepções: três avançaram do perfil ingénua para o limitado; cinco deslocaram-se do perfil limitado para o parcelar e dois estudantes (Manuela e Rui), tiveram uma evolução de maior extensão, ou seja, do perfil limitado para o abrangente. Outros sete estudantes revelaram algum retrocesso sendo categorizados no perfil inferior ao que tinham obtido antes da formação (três deslocaram-se de limitado para ingénua e quatro de parcelar para limitado).

Uma possível explicação para esta variação reside no facto de seis estudantes terem seleccionado a afirmação correspondente ao mito da existência de um método científico com etapas bem definidas, ao contrário do que tinham feito na resposta a este item do questionário (questão B.1, Apêndice 2) antes da formação. Além disso, de entre os onze estudantes que

tinham escolhido inicialmente esta afirmação, apenas três a abandonaram na resposta ao questionário após a formação (Apêndice 9.7).



Fonte: Apêndice 9.7.

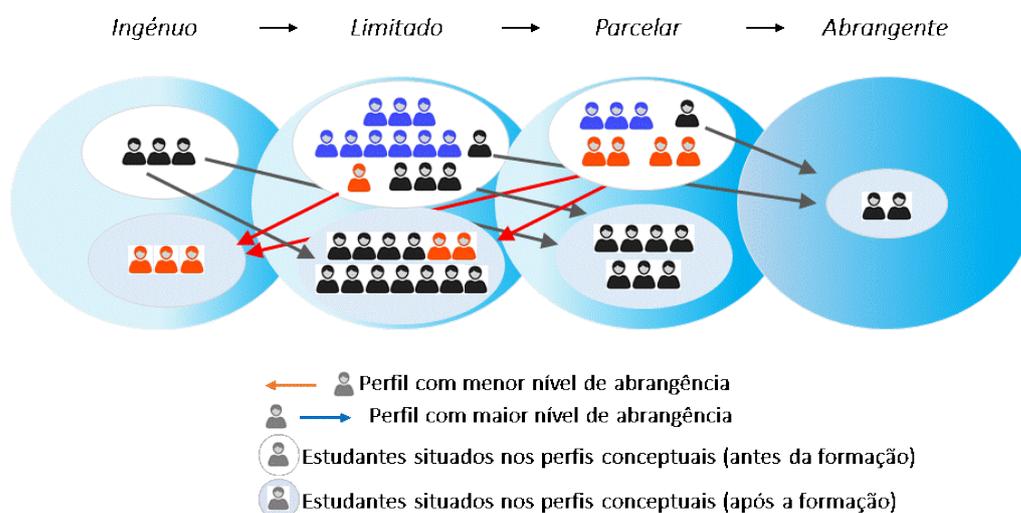
Figura 4.15. Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre o conhecimento metacientífico

Para especificar melhor o modo como evoluíram as concepções dos estudantes, analisa-se em seguida o sentido e a extensão das alterações registadas quanto a cada uma das dimensões metacientíficas. À semelhança do foi referido para os anteriores perfis de concepções, os progressos deveram-se não só à seleção de um maior número de afirmações, mas também ao facto de terem seleccionado mais afirmações, em resposta a este item, e apresentado mais justificações parcialmente adequadas. Em oposição, os retrocessos ocorreram, essencialmente, porque os estudantes não justificaram as afirmações seleccionadas ou fizeram-no de uma forma inadequada. Na análise que se segue, não se ilustraram essas situações por se tornarem repetitivas¹⁰¹.

Um outro aspeto a realçar é ter-se verificado que a tendência para existir alguma evolução das concepções dos estudantes foi mais marcada para as concepções sobre as dimensões psicológica e sociológica nas suas vertentes interna e externa do que para as concepções sobre a dimensão filosófica. Neste caso, verificou-se que, tal como antes da formação, na resposta a esta questão (Questionário, parte III, B2, Apêndice 2) após a formação a maioria dos estudantes foi categorizada nos perfis limitado e ingênuo e a menor incidência verificou-se nos perfis parcelar e abrangente (Apêndice 9.7). Contudo, houve dois

¹⁰¹ Os dados relativos ao tipo de justificação que os estudantes apresentaram em cada item, antes e após a formação, estão detalhados no Apêndice 9.7.

estudantes que evoluíram para o perfil abrangente que estava deserto nos resultados apurados antes da formação, como mostra a Figura 4.16.



Fonte: Apêndice 9.7.

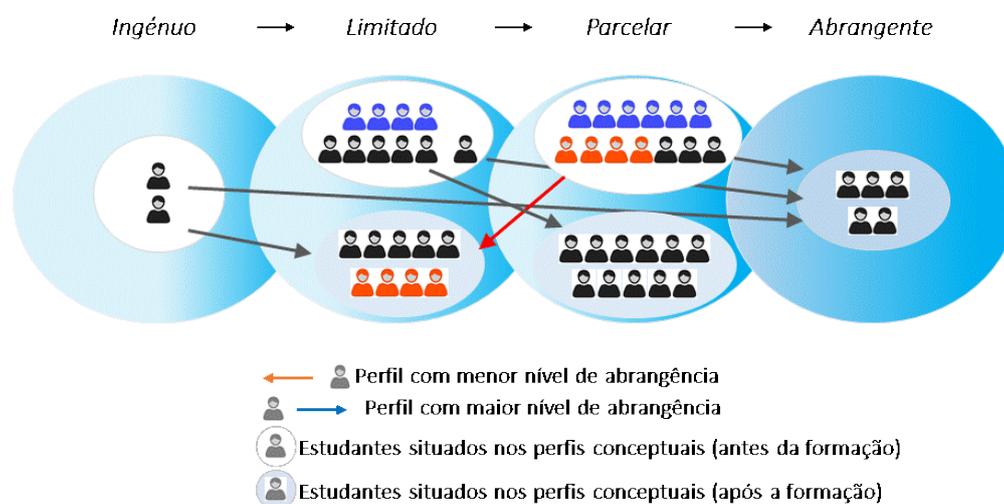
Figura 4.16. Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre a dimensão filosófica da ciência.

Após a formação, oito estudantes revelaram progressos com extensões diferentes: dois evoluíram do perfil ingênuo para limitado; uma do perfil ingênuo para parcelar; três de limitado para parcelar; um de limitado para abrangente e outro de parcelar para abrangente. Nove estudantes mantiveram-se no perfil limitado e três continuaram a situar-se no perfil parcelar. Cinco estudantes revelaram algum retrocesso sendo categorizados no perfil inferior ao que tinham obtido antes da formação (dois deslocaram-se de parcelar para limitado, um de limitado para ingênuo e outros dois de parcelar para ingênuo).

Quanto às concepções sobre a dimensão psicológica da ciência (Questionário, parte III, B3, Apêndice 2), verificou-se que após a formação, a maioria dos estudantes foi categorizada nos perfis parcelar (11) e abrangente (5). De novo se realça o facto de não existir nenhum estudante classificado no perfil abrangente antes da formação. Os nove estudantes restantes situaram-se no perfil limitado, não havendo nenhum caso classificado no perfil ingênuo, tal como mostra a Figura 4.17.

Onze estudantes revelaram progressos com extensões diferentes: um evoluiu do perfil ingênuo para limitado; cinco de limitado para parcelar; para o perfil abrangente deslocaram-se cinco estudantes, três que estavam situados no perfil parcelar antes da formação, um que estava inicialmente categorizado no ingênuo e outro no limitado. Quatro estudantes revelaram algum retrocesso sendo categorizados no perfil inferior ao que tinham obtido antes

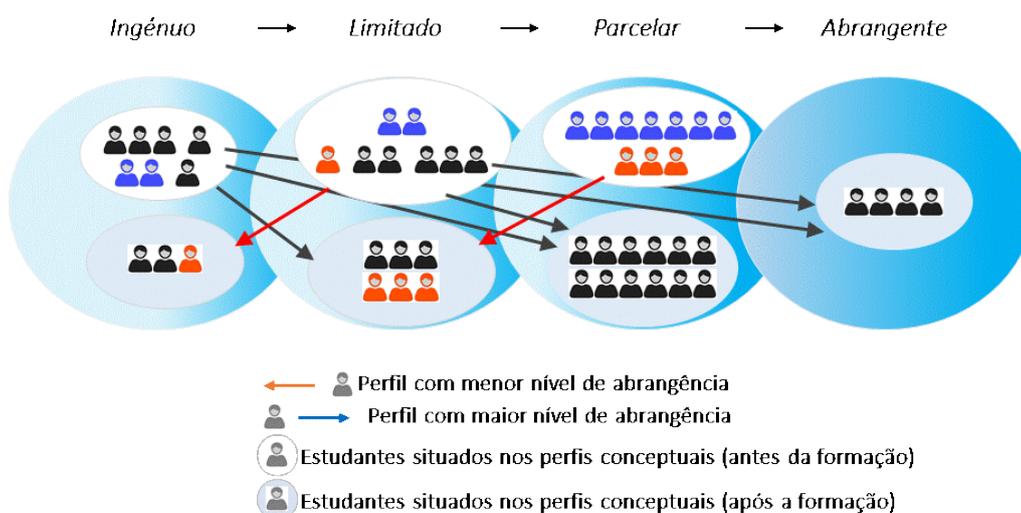
da formação, de parcelar para limitado, e outros quatro mantiveram-se no perfil limitado e seis continuaram a situar-se no perfil parcelar.



Fonte: Apêndice 9.7.

Figura 4.17. Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre a dimensão psicológica da ciência.

No que se refere às concepções sobre a dimensão sociológica da ciência na sua vertente interna (Questionário, parte III, B4, Apêndice 2), verificou-se que, após a formação, a maioria dos estudantes foi categorizada nos perfis parcelar (12) e abrangente (4). Neste perfil não se tinha registado nenhum caso antes da formação. A menor incidência verificou-se no perfil ingénua (três casos) e seis estudantes situaram-se no perfil limitado, tal como mostra a Figura 4.18.

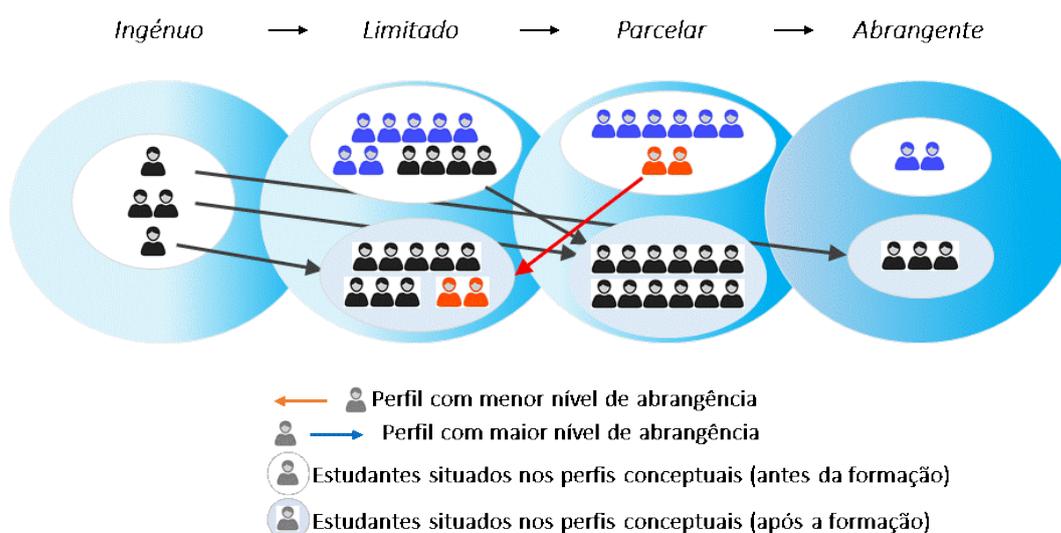


Fonte: Apêndice 9.7.

Figura 4.18. Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre a dimensão sociológica na sua vertente interna

Após a formação, dez estudantes revelaram progressos com extensões diferentes: quatro estudantes deslocaram-se para o perfil abrangente (três que antes da formação estavam situados no perfil limitado e um que estava inicialmente categorizado no ingénuo); dois evoluíram do perfil limitado para o parcelar, três do perfil ingénuo para o parcelar e um do perfil ingénuo para o limitado. Quatro estudantes revelaram algum retrocesso sendo categorizados no perfil inferior ao que tinham obtido antes da formação. Três regrediram de parcelar para limitado e um de limitado para ingénuo, por não terem justificado a seleção de afirmações ou por terem escolhido menos afirmações nas suas respostas a este item. Dos restantes estudantes, sete continuaram a situar-se no perfil parcelar, dois mantiveram-se no perfil limitado e outros dois no ingénuo.

No que se refere às concepções sobre a dimensão sociológica da ciência na sua vertente externa (Questionário, parte III, B5, Apêndice 2), verificou-se que, após a formação, a maior incidência dos perfis registou-se no parcelar (12) e um estudante evoluiu para o abrangente, onde tinham ocorrido dois casos antes da formação. Regista-se a ausência de casos situados no perfil ingénuo. Os dez estudantes restantes situaram-se no perfil limitado, tal como mostra a Figura 4.19. Após a formação, oito estudantes revelaram progressos com extensões diferentes: um que estava inicialmente categorizado no perfil ingénuo deslocou-se para o perfil abrangente; quatro evoluíram do perfil limitado para o parcelar, dois do perfil ingénuo para o parcelar e um do perfil ingénuo para o limitado. Dois estudantes regrediram do perfil parcelar para o limitado.



Fonte: Apêndice 9.7.

Figura 4.19. Tendência da evolução dos perfis de concepções dos estudantes sobre a dimensão sociológica na sua vertente externa.

Em síntese, a apreciação dos resultados permite afirmar que se registou alguma evolução das conceções da maioria dos estudantes, embora o resultado não fosse totalmente satisfatório visto que dez estudantes não atingiram os perfis com maior nível de abrangência (parcelar e abrangente). Esta interpretação é consistente com os dados fornecidos pela análise dos elementos de avaliação que evidenciam uma aprendizagem mais centrada nas capacidades metacientíficas do que nos conhecimentos relativos a cada uma das dimensões. Tal situação poderá ter limitado a seleção das afirmações relativas aos conhecimentos metacientíficos associados a cada uma das dimensões e/ou a sua justificação total ou parcialmente adequada, limitando o “acesso” a um perfil conceptual de maior abrangência. Isto foi particularmente evidente em relação ao perfil conceptual da dimensão filosófica. Um dado que apoia esta evidência é o facto de os estudantes terem enfatizado as capacidades metacientíficas associadas à dimensão filosófica e os perfis conceptuais relativos a esta dimensão, apurados após a formação, incidirem, maioritariamente, nos de menor abrangência (ingénuo e limitado).

3.4. Reflexão sobre o Papel da Formação no Desempenho dos Estudantes

Nesta secção, a partir dos dados apurados pela análise do desempenho dos estudantes, discute-se e reflete-se sobre o efeito que o plano de formação implementado poderá ter tido nas aprendizagens relacionadas com a compreensão da metaciência e do seu ensino no 1º ciclo do ensino básico e na evolução das conceções dos estudantes sobre ciência e sobre o modo como encaram a abordagem da metaciência no contexto ensino/aprendizagem das ciências naquele nível de escolaridade.

3.4.1. O papel da formação nas aprendizagens

Tomando como referência as aprendizagens dos estudantes no que diz respeito à compreensão da metaciência, verifica-se que grande parte mostrou ter compreendido o significado das dimensões metacientíficas e que, em geral, revelaram uma aprendizagem mais centrada nas capacidades metacientíficas do que nos conhecimentos específicos. Isto significa que a aprendizagem se deu a um nível de conceptualização tendencialmente mais baixo que o desejável, ou seja, não associando capacidades e conhecimentos específicos relativos às dimensões metacientíficas.

Além disso, os estudantes revelaram ter apreendido, essencialmente, de forma mais abrangente e específica, a dimensão filosófica, traduzindo-se pelo número, tipo e qualidade das referências a esta dimensão. Este resultado parece sustentar a previsão que emergiu da circunstância do professor ter recontextualizado a mensagem dos materiais curriculares, enfatizando mais as capacidades e os conhecimentos específicos relativos à dimensão filosófica (quer os tenha explorado de uma forma isolada ou conjugadamente) do que a qualquer outra dimensão metacientífica. Este padrão também poderá explicar-se, em parte, pelo facto de haver uma incidência de aspetos relativos a esta dimensão metacientífica em quase todas as atividades estruturantes dos materiais curriculares. Uma outra possível explicação é sustentada pelo facto de os estudantes estarem mais familiarizados com as capacidades investigativas associadas aos processos científicos dada a natureza das atividades realizadas, com realce para a atividade de investigação experimental planeada e realizada no âmbito do trabalho final. De realçar que a investigação experimental foi planeada ao longo de cerca de dois meses e apoiada pelo professor, presencialmente ou a distância (via a página da unidade curricular na plataforma *moodle*), até à apresentação, na turma, dos resultados obtidos por cada estudante. Nesta situação, o professor enfatizou essencialmente as capacidades investigativas, tornando mais explícito o texto a produzir apenas em relação às capacidades associadas à dimensão filosófica da ciência.

Quanto às outras dimensões metacientíficas, os estudantes, em geral, revelaram ter apreendido, ainda que de uma forma algo abrangente, as dimensões sociológicas, na sua vertente interna, e a dimensão psicológica, o que se traduziu no número e diversidade de referências às capacidades metacientíficas, algumas vezes associadas a conhecimentos específicos. No caso da dimensão sociológica interna, uma possível explicação está diretamente relacionada com o facto de o professor, durante a apresentação e discussão dos resultados das investigações experimentais realizadas pelos estudantes, ter aproveitado para enfatizar conhecimentos sobre o trabalho colaborativo dos grupos de investigação e as capacidades de comunicação dos cientistas como forma de divulgarem o trabalho de pesquisa. Quanto à dimensão psicológica, a explicação poderá residir no facto do professor ter acentuado algumas características individuais dos cientistas, como a curiosidade, a persistência e a ética profissional com as quais os estudantes poderiam estar pouco familiarizados antes da formação. Na prática houve fraca explicitação desta dimensão e ocorreram poucas situações em que o professor relacionou os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos associados à dimensão psicológica com os conhecimentos

científicos e, sempre que o fez, foi de forma superficial. Por isso, é provável que a aprendizagem dos estudantes ao espelhar essas condições se traduzisse, essencialmente, no reconhecimento de algumas atitudes e constrangimentos inerentes ao trabalho científico.

Em relação à dimensão sociológica na sua vertente externa, os estudantes revelaram ter aprendido quase exclusivamente capacidades metacientíficas, em particular, o reconhecimento das influências recíprocas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, o que poderá estar relacionado com o facto de o professor ter destacado mais as capacidades e conhecimentos gerais sobre as relações entre a sociedade e a ciência. Além disso, é natural que os estudantes estivessem familiarizados com perspectivas associadas a esta dimensão metacientífica, quer através de atividades realizadas no ensino formal, quer em situações não formais de aprendizagem, dada a, já referida, relevância social e mediática de questões que envolvem a ciência e a tecnologia. Porém, esses conhecimentos poderiam não estar suficientemente consolidados, pelo que o baixo grau de explicitação dos conhecimentos específicos relativos à dimensão sociológica externa e, eventualmente, o tempo de aprendizagem que lhes foi dedicado durante a formação, poderão ter limitado, de algum modo, as aprendizagens dos estudantes sobre as capacidades associadas a esta dimensão.

Aparentemente, os estudantes revelaram não ter apreendido conhecimentos e/ou capacidades relacionados com a dimensão histórica da ciência ou fizeram-no a um nível de conceptualização tão baixo que teve pouca expressão nos instrumentos de avaliação analisados. Atendendo às escolhas que fizeram para elaborar a planificação das atividades destinadas ao trabalho final admite-se, por exemplo, a possibilidade de a maioria dos estudantes não ter considerado relevante abordar perspectivas da dimensão histórica no âmbito dos tópicos seleccionados¹⁰².

No que diz respeito às aprendizagens sobre o ensino das ciências, apreciadas com base na conjugação dos resultados do teste e do trabalho de avaliação final, complementados pelos dados fornecidos pela entrevista, encontraram-se algumas disparidades. O contraste entre os fracos resultados obtidos no teste, quando se considera o conjunto de questões destinadas a avaliar a relação intradisciplinar entre a metaciência e o ensino das ciências, e a presença desta relação em quase todos os relatórios dos trabalhos finais, é facilmente

¹⁰² A maioria das planificações incidiam em temas como as mudanças do estado físico da água, a solubilidade na água e o estudo das condições de germinação de sementes, ou seja, temas que não foram abordados durante a formação em termos da relação entre perspectivas metacientíficas da dimensão histórica e a construção do conhecimento científico relacionado com esses assuntos.

explicável pela diferente natureza dos instrumentos de avaliação. O trabalho, consubstanciado numa planificação de atividades passível de ser implementada em contexto real de sala de aula no 1.º ciclo do ensino básico, requeria a necessidade de tornar explícita a relação entre metaciência e o ensino das ciências de um modo geral, ao passo que as respostas às questões do teste exigiam a especificação dos conhecimentos elucidativos dessa relação. Ora, tendo-se verificado que a prática do professor tendeu para uma menor explicitação dos critérios de avaliação relativos à metaciência e à sua relação com o ensino das ciências, ou seja, o professor deixou pouco claro o texto a ser produzido, não se estranha que os estudantes tenham tido mais dificuldade na especificação daqueles conhecimentos nas respostas ao teste do que em fazerem uma referência geral à relação entre a metaciência e o ensino das ciências, na elaboração do relatório do trabalho final.

No que concerne ao contexto do ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico, os resultados indicam que a maioria dos estudantes revelou posse total ou parcial de orientação específica de codificação para esse contexto. Uma possível explicação para este resultado pode residir, em parte, na própria natureza da entrevista. Como já se referiu, a maioria dos estudantes revelou posse de realização ativa em termos de argumentação e este resultado é, de certo modo, coerente com os resultados obtidos no trabalho final em que a planificação permitia, em certa medida, inferir sobre a posse de realização ativa, em termos de implementação. O facto de a maioria dos entrevistados ter seleccionado, justamente, um exemplo hipotético idêntico ao que serviu de base à investigação experimental, realizada no âmbito do trabalho final, traduzindo oralmente, de algum modo, o texto que tinham produzido no relatório escrito, sustenta a possibilidade da formação ter contribuído para a aprendizagem da planificação de atividades passíveis de serem aplicadas em contexto real de sala de aula com alunos do 1º ciclo. Mas também revela que os estudantes, na sua maioria, não foram capazes de transpor as aprendizagens adquiridas para planificarem atividades de ensino que incidissem sobre outros assuntos científicos para além dos estudados.

Considerando que a grande maioria dos estudantes revelou possuir disposições socioafetivas favoráveis ou muito favoráveis para o contexto em análise, este aspeto pode refletir, de certo modo, o facto de eles terem gostado das aprendizagens realizadas na unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio*, já que as consideraram importantes, quer em relação à sua formação pessoal, quer para a sua atividade docente futura, ao nível do ensino das ciências no 1º ciclo do ensino básico (Apêndice 9.5). Pode mesmo admitir-se

que a posse de disposições favoráveis, por parte destes estudantes, é natural, se considerarmos que eles manifestaram, de um modo geral, a intenção de prosseguir estudos (Apêndice 9.1) para a obtenção do diploma em ensino no 1.º ciclo do ensino básico (e, eventualmente, em educação de infância). Abd-El-Khalick e Akerson (2004) referem-se à interiorização da relevância e à valorização da utilidade da natureza da ciência como fatores motivacionais, a partir de um estudo com professores do ensino primário cujos resultados sugerem que os participantes que interiorizaram a importância de aprender e ensinar a metaciência, desenvolveram concepções mais desejáveis sobre a natureza da ciência. Pode admitir-se que, apesar das dificuldades demonstradas, os participantes da segunda fase da investigação (estudo de caso) têm condições para desenvolver as suas concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências caso lhes seja dada a oportunidade de continuarem a formação neste âmbito.

3.4.2. O papel da formação na evolução das concepções

Neste ponto apresenta-se uma reflexão sobre os possíveis efeitos da formação, atendendo às características da prática pedagógica implementada pelo professor, na evolução das concepções dos estudantes.

No que concerne às concepções sobre o ensino das ciências, apesar dos dados recolhidos apresentarem limitações decorrentes das próprias características do instrumento utilizado, tal como discute Tuckman (2012) a propósito da construção de questionários utilizando itens com respostas de escala, parece ser legítimo afirmar que houve evolução nas concepções sobre o ensino das ciências (ponto 3.3.2.1). Realça-se, em particular, que parte dos estudantes, após a formação, abandonou o mito, relacionado com a dimensão filosófica, sobre o facto do “estudo das ciências ter pouca relevância no 1.º ciclo porque os assuntos são difíceis e poucos alunos conseguem aprender os conceitos e desenvolverem os processos científicos”. Contudo, a maioria dos estudantes continuou a concordar com os mitos da certeza do conhecimento científico e da existência de “um único método científico”. Este resultado é consistente com o facto de a formação ter privilegiado a exploração da dimensão filosófica, contribuindo para que mais estudantes passassem a encarar o ensino das ciências como relevante para os alunos do 1.º ciclo. Mas, também, parece ser lógico inferir que o facto de o professor não ter tornado mais explícito o texto requerido no que diz respeito aos conhecimentos metacientíficos associados à dimensão filosófica, tenha constituído um obstáculo em relação ao abandono dos outros do mito do método científico

único. Esta mesma característica da prática pedagógica poderá justificar, igualmente, o reduzido abandono dos mitos relativos às outras dimensões metacientíficas.

Em relação à evolução das concepções sobre ciência e tomando em consideração os dados obtidos relativos à categorização dos estudantes nos perfis conceituais globais (Figura 4.13), subjacentes ao modelo de análise destas concepções, é de realçar que essa evolução reflete, essencialmente, a evolução dos perfis relativos ao conhecimento científico e aos conhecimentos sobre as dimensões psicológica e sociológica, mas não houve evolução nos perfis relativos à dimensão filosófica. Reconhecendo que os resultados apurados se devem, em parte, à ausência de justificações adequadas ou parcialmente adequadas para a seleção das afirmações feitas pelos estudantes e que essas afirmações traduzem conhecimentos metacientíficos associados às dimensões em estudo, admite-se que alguns estudantes tivessem apreendido esses conhecimentos de forma desigual, quando se analisam os resultados dos perfis conceituais em função de cada uma das concepções em análise. Esta interpretação é consistente com a tendência da prática do professor para privilegiar a exploração das capacidades metacientíficas, exceto no que diz respeito à dimensão filosófica, uma vez que o professor enfatizou, principalmente, esta dimensão, em concordância com os conteúdos subjacentes aos materiais curriculares.

Atendendo à formação académica dos estudantes, anterior à recebida na unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio*, admite-se que eles poderiam possuir ideias prévias mais consolidadas em relação aos conhecimentos relativos à dimensão filosófica e a algumas perspetivas da dimensão sociológica na sua vertente externa, adquiridas em situações formais ou não formais de aprendizagem, do que em relação às outras dimensões metacientíficas. Todavia, é provável que para alguns estudantes essas ideias correspondam a concepções imprecisas e/ou alternativas, como se referiu a propósito da posse dos mitos associados às concepções de conhecimento científico e metacientífico. Uma hipótese explicativa para estes resultados pode apoiar-se na reconhecida dificuldade em modificar as concepções dos estudantes durante o ensino formal, mesmo com intervenções mais longas do que a desenvolvida na presente investigação e orientadas por diferentes modelos focando a mudança conceptual (e.g., Driver & Oldham, 1986; Duit & Treagust, 2003; Posner et al., 1982), como está largamente documentado na literatura, através dos resultados de inúmeras pesquisas (e.g., Gilbert, Osborne & Fensham, 1982; Osborne & Freiberg, 1985; Santos, 1991). Além disso, a mudança conceptual ao nível do conhecimento científico está intimamente ligada a mudanças a metaníveis, como é o caso das concepções

sobre a natureza do conhecimento científico (McComas, 1998b) e sobre a natureza do seu ensino (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Bell, Mulvey & Maeng, 2012). A este propósito, Smith e Scharmann (2008) chamam a atenção para que

[...] um número substancial dos nossos estudantes tem grande dificuldade em usar apropriadamente os termos científicos, ignoram claramente as normas dos cientistas [...], nunca conheceram um cientista [...]. Para alguns estudantes, então, a questão pode não estar limitada ao facto da compreensão da filosofia subjacente à NOS ser muito desafiadora do ponto de vista cognitivo ou de eles deterem concepções alternativas muito resistentes. Deste ponto de vista, estes estudantes também entram nas nossas salas de aula pouco à vontade e temendo que as suas ideias base venham a ser postas em causa. (pp. 222-223)

Este aspeto parece ser consistente com determinadas características pessoais reveladas por alguns dos estudantes envolvidos na formação. Assim sendo, é provável que as ideias mais consolidadas dos estudantes em relação à dimensão filosófica correspondam a concepções imprecisas (erróneas) mais resistentes à mudança, ocasionando uma menor evolução em parte relacionada com a persistência dos mitos, nomeadamente, o que exprime a existência de um único método científico. Quanto às outras dimensões metacientíficas, admitindo que os estudantes tivessem ideias muito menos consolidadas, poderiam ter sido capazes de fazer uma seleção/justificação das afirmações relativas aos conhecimentos metacientíficos, mais adequada e abrangente, o que se traduziu numa maior evolução dos perfis conceptuais, mais expressiva no que diz respeito às dimensões psicológica e sociológica. Esta hipótese explicativa é reforçada pelo facto de a concepção sobre o conhecimento científico ter registado a maior evolução dos perfis conceptuais. De facto, esta concepção foi definida em termos dos cinco valores epistémicos, para os quais, à partida, a maioria dos estudantes não teria ideias prévias definidas.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

If students do not learn and appreciate something about science — its philosophical and metaphysical assumptions, its epistemology and methodology, its history, its interrelationships with cultures and religion — then the opportunity for science to enrich culture and human life is diminished. Science taught merely as a technical subject, or as a ‘rhetoric of conclusions’, does not do justice either to science or to education.

Matthews (2009a)

Este capítulo inicia-se com a apresentação das principais conclusões da investigação norteadas pelas questões e pelos objetivos enunciados e sustentadas nas bases epistemológicas, sociológicas e psicológicas subjacentes ao quadro teórico da investigação. Em seguida, identificam-se as principais limitações da investigação e discutem-se os seus contributos procurando apontar caminhos e desafios para futuras investigações.

1. PRINCIPAIS CONCLUSÕES DA INVESTIGAÇÃO

A investigação, centrada na formação inicial de professores, desenvolveu-se em duas fases sequenciais interligadas, cujo foco incidiu na inclusão da metaciência (conhecimentos e capacidades) no ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade. A primeira fase, exploratória (de tipo *survey*), envolveu a análise das concepções de estudantes, da

Licenciatura em Educação Básica, sobre ciência e sobre o ensino das ciências e da relação entre essas concepções e a formação que lhes foi conferida, nos dois primeiros anos do curso; a segunda fase envolveu um estudo de caso em que se analisou o impacto, nas aprendizagens e nas concepções dos estudantes, de um plano de formação, intencionalmente desenhado para abordar, de forma explícita e contextualizada, conhecimentos e capacidades relacionados com a metaciência e sua relação com o ensino das ciências. A investigação partiu, assim, do seguinte problema global:

Que concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências têm os estudantes, futuros professores, e de que forma essas concepções podem ser influenciadas por contextos de formação inicial que explorem, de forma explícita, conhecimentos e capacidades relacionados com a metaciência e o seu significado no ensino/aprendizagem das ciências?

De acordo com este problema geral, a investigação desenvolveu-se segundo uma metodologia mista, de tipo sequencial, com duas fases distintas, mas interrelacionadas (Creswell & Clark, 2011; Teddlie & Tashakkori, 2006, 2009) e em que, na concepção dos modelos e instrumentos de análise, se procurou estabelecer uma relação dialética entre os conceitos teóricos subjacentes à investigação e os dados empíricos fornecidos pelos contextos em análise. Dada a natureza sequencial do modelo metodológico adotado, a análise e interpretação dos dados da primeira fase da investigação iniciou-se antes da recolha e análise de dados da segunda fase, de forma a permitir que as inferências sugeridas na primeira fase contribuíssem para a concepção do plano de formação a implementar.

Conforme o modelo metodológico adotado, a constituição da amostra dos participantes, nas duas fases da investigação, baseou-se em procedimentos de cariz quantitativo, quando se selecionou a amostra global dos estudantes, e de cariz qualitativo, através da seleção por conveniência de um reduzido número de estudantes e do respetivo professor participantes no contexto específico de formação. Utilizaram-se quatro fontes primárias de dados (questionários, documentos escritos, aulas registadas em gravações áudio e entrevistas) para obter evidências de modo a sustentar as interpretações e as ilações que surgiram no decurso da investigação.

Em seguida, apresentam-se as principais conclusões da investigação organizadas em três partes: duas relativas às fases da investigação, estruturadas em torno das três questões

de investigação e uma terceira que procura reunir as conclusões gerais da investigação (meta-inferências), de acordo com o modelo de investigação adotado.

1.1. PRIMEIRA FASE DA INVESTIGAÇÃO

A primeira fase da investigação, que envolveu os estudantes de sete Escolas Superiores de Educação¹⁰³ a frequentar o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica (1.º ciclo da formação inicial de professores), partiu das seguintes questões de investigação:

Quais são as concepções sobre ciência e sobre o ensino das ciências dos estudantes que frequentam o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica?

Qual o papel da formação conferida nas Escolas Superiores de Educação, durante os dois primeiros anos da licenciatura, nas concepções dos estudantes?

1.1.1. Concepções dos estudantes

Os resultados obtidos não revelaram diferenças evidentes nas concepções dos estudantes sobre o ensino das ciências e sobre ciência em função das medidas demográficas e outras consideradas de interesse (por exemplo, a formação académica anterior à entrada no ensino superior) para a caracterização da amostra.

Considerando as *concepções sobre o ensino das ciências*, a maioria dos estudantes revelou possuir concepções semelhantes, traduzidas em grau relativamente elevado quanto à importância da abordagem da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades) no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico¹⁰⁴. Este padrão verificou-se na quase totalidade das escolas. É generalizadamente aceite que os estudantes, futuros professores, transportam consigo concepções e atitudes “herdadas” (crenças) sobre o ensino das ciências, decorrentes, em grande parte, das suas expectativas e experiências de aprendizagem da formação académica anterior à entrada nas escolas de formação de professores (e.g., Hewson & Hewson, 1989) e que não se alteram significativamente durante

¹⁰³ As Escolas Superiores de Educação selecionadas eram representativas do universo destas escolas (14) em Portugal Continental. Situadas nas capitais de distrito pertencentes às cinco sub-regiões (NUTS II) em que se divide a NUT I (Portugal Continental) umas estão localizadas no litoral e outras no interior do território. As escolas tinham, em média, 1 a 2 turmas de estudantes a frequentarem a Licenciatura em Educação Básica (capítulo da metodologia, ponto 3.1.1).

¹⁰⁴ Esta expressão foi usada empiricamente para traduzir o significado da designação *concepções sobre o ensino das ciências*.

os cursos de formação (e.g., Mellado, 1998; Pajares, 1992). Os resultados do presente estudo corroboram essas afirmações e parecem ser coerentes com as expectativas profissionais dos estudantes, traduzidas pelo elevado grau de escolha que fizeram para frequentarem, em primeira opção, a Licenciatura em Educação Básica.

Atendendo ao elevado grau de concordância dos estudantes com as afirmações correspondentes às ideias aceitas, afirmações que refletem uma parte da mensagem do discurso pedagógico oficial para o ensino das ciências contida nos documentos curriculares (DEB, 2001, 2004) e da mensagem veiculada através de programas de formação de professores (e.g., Martins et al., 2007), parece legítimo afirmar que os estudantes se apropriaram do discurso socialmente dominante sobre a relevância do ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico. A apropriação deste discurso estará em parte relacionada com os processos de socialização para a profissão que os estudantes terão vivenciado na licenciatura.

Quanto às *concepções sobre ciência*, os dados, organizados em termos de perfis conceptuais (ingênuo, limitado, parcelar e abrangente), mostram que a representatividade dos perfis relativos a cada uma das concepções examinadas varia, em geral, nas sete escolas frequentadas pelos estudantes envolvidos nesta fase da investigação. Considerando os resultados obtidos em relação ao perfil global das concepções sobre ciência, em função do modelo de análise adotado, pode concluir-se que, em geral, predomina o perfil limitado e que este padrão se repete para cada uma das concepções relativas às dimensões analisadas (filosófica, histórica, psicológica, e sociológica interna e externa de Ziman) em quase todas as escolas. Apenas cerca de um quarto dos estudantes inquiridos revela possuir concepções que traduzem perfis de níveis mais elevados (perfis parcelar e abrangente) e cerca de um quinto dos estudantes situa-se no perfil de nível mais baixo (perfil ingênuo).

Estes resultados têm algum paralelismo com os relatados em diversos estudos (e.g., Lederman, 2007) e com os obtidos em públicos com características idênticas (e.g., Canavarro, 2000). Também se encontrou paralelismo entre os resultados do presente estudo e os resultados obtidos em alguns estudos empíricos com estudantes a frequentarem cursos de formação inicial de professores, embora os dados tivessem sido recolhidos com outro tipo de instrumentos (e.g., Alves, 2010; McDonald, 2008; Santos, 2010; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004), aplicados a um número mais reduzido de estudantes (e.g., McDonald, 2010) e independentemente dos modelos de análise das concepções possuírem três (e.g., Canavarro, 2000; Lederman, 1992, 2007) ou mais níveis (e.g., McDonald, 2010) de

categorização dos perfis conceituais. Lederman (2007), numa revisão da literatura sobre diversos estudos realizados com o objetivo de identificar as concepções de ciência de professores, sugere que os resultados obtidos são idênticos e adianta que “os professores de ciências não possuem concepções adequadas de ciência independentemente dos instrumentos usados para as avaliarem” (p. 852). No caso do presente estudo, o facto de se ter utilizado um modelo de análise concebido em torno de um *continuum* de quatro perfis poderá justificar a prevalência do perfil conceptual limitado e a ocorrência de um menor número de estudantes situados no perfil ingénuo, o que não sucedeu em alguns dos estudos atrás referidos (utilizando modelos de análise em três níveis) onde se relata a ocorrência de um maior número de estudantes em formação e/ou de professores como tendo concepções (visões) ingénuas sobre a natureza da ciência.

1.1.2. Papel da formação nas concepções dos estudantes

A partir dos resultados da análise da formação recebida pelos estudantes nos dois primeiros anos da licenciatura, em unidades curriculares de cariz científico, caracterizada apenas em função das mensagens veiculadas pelos respetivos programas (currículo intencional), ressalta um aspeto positivo, dado que se verificou alguma preocupação em incluir a metaciência (representada principalmente pela dimensão sociológica na sua vertente externa e pela dimensão filosófica). Os dados resultantes da análise dos programas revelaram, contudo, que a metaciência surge conceptualizada de forma pouco abrangente, pouco explícita e com uma pequena ou, apenas, ténue relação com a ciência. Estes dados aproximam-se dos resultados de alguns estudos empíricos, realizados no 3.º ciclo do ensino básico, que mostram que a expressão da metaciência em programas (e.g., Ferreira & Morais, 2010), em manuais escolares (e.g., Calado & Neves, 2012; Figueiredo, 2013) e em práticas pedagógicas (Alves & Morais, 2012), traduz um padrão de abordagem semelhante. Como cerca de dois terços dos estudantes envolvidos nesta fase da investigação apenas frequentaram disciplinas da área das ciências naturais até ao final daquele ciclo de escolaridade, parece legítimo concluir que a formação conferida nos dois primeiros anos da licenciatura deu poucas oportunidades para os futuros professores ultrapassarem todas as fragilidades da sua formação académica anterior, o que poderá limitar a sua capacidade, enquanto futuros professores, para abordarem a metaciência no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

Todavia, apesar da variedade das formações oferecidas na Licenciatura em Educação Básica aos estudantes das sete escolas selecionadas para estudo, encontraram-se alguns elementos comuns no que se refere às aprendizagens científicas básicas abrangendo assuntos relacionados com as várias áreas do saber tidas como as mais relevantes para o 1.º ciclo do ensino básico, em concordância com as orientações curriculares (DEB, 2004) e ao modo como a educação científica é contemplada nas suas múltiplas vertentes (por exemplo, saúde, ambiente). Como referem Russel e Martin (2007), em resultado de uma revisão da literatura focada na análise de diversos programas de formação inicial de professores, é importante que as instituições de formação possuam quadros teóricos de referência, favoráveis a aprender a ensinar ciências, aplicados aos programas como um todo.

Os resultados obtidos sugerem que apesar da diversidade de programas das unidades curriculares dos planos de formação inicial das escolas participantes no estudo, os quadros teóricos subjacentes a esses planos parecem ser, em parte, favoráveis para a aprendizagem dos futuros professores sobre o ensino das ciências em geral. Ao contrário do que referem diversos autores (e.g., Afonso, 2008; Gil-Pérez et al., 2001; Osborne & Dillon, 2008; Vázquez & Manassero, 2007), segundo os quais existe uma crença, partilhada por muitos professores, sobre a dificuldade de ensinar e aprender ciência nos primeiros anos de escolaridade, a maioria dos estudantes participantes neste estudo discordou da afirmação que traduzia o mito relacionado com a pouca relevância do estudo das ciências no 1.º ciclo do ensino básico dada a dificuldade dos assuntos para a aprendizagem dos alunos. Tal resultado pode levar a pensar que a formação inicial nas Escolas Superiores de Educação selecionadas favoreceu a aquisição de uma ideia adequada sobre este aspeto. Opostamente, a persistência de mitos, nas escolhas dos estudantes, sobre o ensino das ciências a alunos do 1.º ciclo, relacionados, por exemplo, com a “certeza” do conhecimento científico e a importância de ensinar “um método científico”, corrobora as conclusões de alguns autores (e.g., Grandy & Duschl, 2007; Hodson, 1998; Kosso, 2009; McComas, 1996, 1998b; Santos, 2005a; Wong & Hodson, 2009) que sustentam que o mito da existência de um método científico único persiste nas crenças dos professores e nos manuais escolares, sendo veiculado nos contextos de ensino/aprendizagem das ciências.

No que diz respeito às *concepções sobre ciência*, na presente investigação, verificou-se que o conhecimento sobre a dimensão filosófica é o menos representado nos perfis conceptuais com maior abrangência, em parte como resultado do elevado número de estudantes que selecionou a afirmação sobre o mito do “método científico único” e justificou

essa escolha. Assim, pode afirmar-se que parece haver coerência, entre as concepções sobre *ciência* e sobre o *ensino das ciências* quanto ao modo como os estudantes concebem a metodologia de trabalho científico e o modo como deve ser abordada nas aulas do 1.º ciclo do ensino básico (dimensão filosófica da ciência). Daí ser legítimo concluir que a maioria dos estudantes possui uma visão empirista da ciência o que poderá constituir, no futuro, um obstáculo ao ensino de uma adequada concepção das perspectivas filosóficas da ciência.

Ainda em relação às concepções sobre o *ensino das ciências*, a existência de um elevado número de respostas concordantes com os mitos sobre as dimensões histórica (a ciência resulta da acumulação de conhecimentos), psicológica (a imagem do cientista que trabalha apenas pelo “desejo da descoberta”) e dimensão sociológica da ciência (englobando os mitos sobre os cientistas procurarem chegar a acordo no decurso do seu trabalho “evitando controvérsias” [vertente interna], trabalho esse que tem como principal objetivo “facilitar a vida dos cidadãos” [vertente externa]), reforça a ilação sobre o facto de os estudantes poderem ter contactado, durante o ensino básico, com esses mitos. Admite-se como natural que a formação dos estudantes nos dois primeiros anos da Licenciatura em Educação Básica não terá sido suficiente para reverter a persistência dos mitos atrás referidos, já que não seria exetável haver uma abordagem explícita da relação entre a metaciência e o seu papel no ensino/aprendizagem das ciências nas unidades curriculares de cariz científico. Contudo, seria exetável que nestas unidades curriculares se fizesse uma abordagem explícita da metaciência e da relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos referidos nos programas e os conhecimentos científicos explorados no processo de ensino/aprendizagem. De acordo com alguns autores (e.g., Abd-el-Khalik & Akerson, 2009; McDonald, 2010; Osborne & Dillon, 2008; Schwartz & Lederman, 2002) o ensino da metaciência no contexto de disciplinas de cariz científico é recomendado pela sua utilidade na aprendizagem de conhecimento científico relevante e porque, tal como afirmam Clough e Olson (2012), as ideias erróneas relativas à natureza da ciência interferem no grau de profundidade com que os estudantes aprendem os conteúdos científicos. Como tem sido apontado por outros autores (e.g., Lederman, 2007; McComas, 1998a) em estudos focados na análise curricular de programas de formação de professores, os dados obtidos permitem concluir ter existido uma maior incidência no conhecimento *substantivo e procedimental* do que no conhecimento *epistemológico*.

Estes dados corroboram o que alguns autores (Alves & Morais, 2012; Ferreira & Morais, 2010) têm vindo a referir em relação aos efeitos da eventual limitação do discurso

dos professores na aprendizagem dos alunos sobre a construção da ciência, ocasionada pelo baixo estatuto conferido no currículo de Ciências Naturais às dimensões psicológica (quase ignorada), histórica e sociológica interna e ao baixo grau de explicitação da metaciência no currículo, mesmo no caso dos conhecimentos e capacidades associados às dimensões com maior estatuto, a sociológica externa e a filosófica, respetivamente (Ferreira & Morais, 2010). Esta pouca valorização da abordagem da metaciência e da sua relação com a ciência no ensino/aprendizagem das ciências é reforçada pela mensagem dos manuais escolares analisada por alguns autores (Calado & Neves, 2012; Figueiredo, 2013) porque apresenta aspetos ligados quase exclusivamente às dimensões filosófica e sociológica externa, com enfoque nas capacidades associadas a estas dimensões sem praticamente aludirem a conhecimentos metacientíficos e à sua relação com os conhecimentos científicos. Por exemplo, na única escola cujos estudantes evidenciaram, na sua maioria, concepções de baixo grau sobre o ensino das ciências, o conjunto dos programas revelou a menor referência à metaciência (limitada a poucas perspetivas das dimensões filosófica e sociológica na sua vertente interna). Os resultados fornecidos pela análise dos perfis conceptuais corroboram, de certo modo, aquele resultado, porque os estudantes desta escola são os que estão mais representados nos perfis de nível mais baixo nível (ingénuo e limitado) quanto às concepções sobre ciência em geral e sobre a dimensão filosófica em particular.

Ao pretender-se estabelecer a relação entre as características da formação e as concepções dos estudantes, sobre ciência e sobre o ensino das ciências, é necessário fazer uma ressalva porque a relação estabelecida não se sustenta em dados sobre o modo como se desenvolveram as práticas letivas (currículo implementado). Todavia, os resultados apurados sobre as concepções dos estudantes não parecem indicar que as práticas tivessem introduzido algum ganho substantivo relativamente ao ensino da metaciência e da sua importância para a aprendizagem científica. Parece, pois, legítimo concluir que a maioria dos programas das unidades curriculares analisadas fornece orientações limitadas para a implementação do currículo. Atendendo ao modelo de discurso pedagógico de Bernstein (1990), considerando que a produção, a reprodução e a mudança do discurso pedagógico envolvem processos dinâmicos, então quanto menos explícita for a mensagem dos programas maior é a possibilidade da sua recontextualização no processo de ensino/aprendizagem se afastar da mensagem pretendida.

Poder-se-ia pensar que um aspeto positivo dos programas analisados é conceder flexibilidade ao professor para a sua gestão. Mas deixar implícitas orientações sobre o ensino

da metaciência e a sua relação com a aprendizagem científica (um aspeto que interessa à presente investigação) é desaconselhado pela maioria dos autores que há alguns anos chegaram a consenso sobre o valor e a adequação do ensino *explícito* e contextualizado sobre a natureza da ciência para a aprendizagem científica (e.g., Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 2007; Matthews, 2012a; Yacoubin & BouJaoude, 2010).

1.2. Contributos da formação para o desempenho dos estudantes

A segunda fase da investigação, que surgiu na sequência da primeira, partiu da seguinte questão de investigação:

Em que medida um contexto de formação, implementado através de uma prática pedagógica sustentada em materiais curriculares que contemplam um ensino explícito da metaciência e sua relação com o ensino das ciências, contribui para a evolução das conceções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências?

No sentido de responder a esta questão, realizou-se um estudo de caso com os estudantes e o professor de uma turma do 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica de uma das Escolas Superiores de Educação selecionadas na primeira fase da investigação. Para a realização deste estudo, foi implementada pelo professor participante na investigação, na unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio*, uma prática pedagógica sustentada num plano de formação intencionalmente desenhado para o ensino explícito da metaciência e sua relação com o ensino/aprendizagem das ciências. Após a caracterização da prática do professor foi analisado o desempenho dos estudantes, no sentido de proceder a uma discussão e reflexão sobre os possíveis contributos do plano de formação para esse desempenho. A apreciação desse desempenho abrangeu a análise das *aprendizagens* dos estudantes obtida a partir dos resultados de um teste escrito e de um relatório sobre um trabalho de avaliação final e, como uma dimensão central da investigação, a análise da evolução das suas *conceções*, através das respostas dos estudantes a um questionário e a uma entrevista.

Neste ponto começa-se por apresentar as conclusões sobre a relação entre a formação e o desempenho dos estudantes, seguindo-se uma apresentação mais específica dessa relação quando se consideram as aprendizagens quanto à compreensão da metaciência e do seu ensino no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico e a evolução das conceções sobre ciência e sobre o ensino das ciências.

1.2.1. Relação entre a formação o desempenho

Atendendo aos resultados apurados, pode afirmar-se que a formação teve um contributo geral positivo no desempenho dos estudantes, embora em níveis diferentes consoante as características em estudo, e tendo em conta alguns fatores pessoais e contextuais mais ou menos favoráveis ao sucesso de todos os estudantes. Como fator positivo, destaca-se o facto da maioria dos estudantes ter considerado as aprendizagens realizadas na unidade curricular de *Introdução à Didática do Estudo do Meio* importantes quer em relação à sua formação pessoal quer para a sua atividade docente futura, ao nível do ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, o que nem sempre ocorreu em outros estudos consultados (e.g., McDonald, 2010; Sullenger & Turner, 1998). Por exemplo, Sullenger e Turner (1998) relataram que, após um curso desenhado com o objetivo de discutirem as ideias de futuros professores, sobre ciência e o ensino das ciências, confrontando-os com novos argumentos apresentados em sessões teóricas por diversos especialistas em disciplinas metacientíficas, apenas catorze dos trinta e quatro participantes responderam à avaliação sobre a formação recebida. O termo que mais se destacou nas respostas foi “frustração” e as razões apontadas para esse sentimento estavam relacionadas, principalmente, com os desafios que o curso representou “em função das suas conceções tradicionais de ciência e da sua natureza” (p. 250).

Em geral, os estudantes mostraram ter compreendido o significado das dimensões metacientíficas e valorizaram a abordagem da metaciência no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico. Quanto às conceções sobre ciência e sobre o ensino das ciências verificou-se que houve evolução, principalmente no caso das conceções sobre ciência. Este resultado é corroborado por diversos estudos realizados em contextos de formação inicial de professores (e.g., Lederman, 2007; McDonald, 2010) com uma abordagem ao ensino explícito da metaciência, no âmbito de disciplinas científicas. Porém, ao considerar globalmente a relação da formação com o desempenho dos estudantes e, em particular, com a evolução das suas conceções, poder-se-á afirmar que os resultados não foram totalmente satisfatórios, o que pode decorrer de vários fatores, quer associados à reconhecida dificuldade em promover a mudança conceptual, quer associados ao contexto de aprendizagem e à própria formação do docente.

Um dos fatores potencialmente limitantes do desempenho advém da reconhecida dificuldade em modificar as crenças e ideias que os estudantes trazem das suas vivências e

experiências de aprendizagem anteriores porque persistem longo tempo mesmo após lhes terem sido fornecidas, explicitamente, evidências conflituais com as crenças ou ideias originais (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Akerson, Morrison & Roth McDuffie, 2006; McComas, 1998a; McDonald, 2010). Atendendo a que o contexto de formação foi limitado no tempo e que a prática pedagógica do professor se caracterizou, globalmente, por tender para uma reduzida explicitação do conhecimento a ser apreendido, quer no que se refere à metaciência quer no que diz respeito à relação entre a metaciência e o ensino das ciências, as condições não terão sido suficientemente favoráveis à modificação de ideias prévias menos adequadas dos estudantes.

Pode ainda questionar-se a adequação do grau de especificação dos materiais curriculares relativamente à explicitação das características em estudo, atendendo à mensagem que se pretendia veicular na prática pedagógica. Por exemplo, Silva, Morais e Neves (2013a), num estudo em que analisaram as práticas pedagógicas de dois professores do 1.º ciclo do ensino básico, sustentadas por materiais curriculares a que estavam subjacentes princípios que a investigação em didática tem mostrado serem favoráveis à aprendizagem dos alunos, concluíram que nem sempre os professores interpretam adequadamente a mensagem veiculada pelos materiais. Contudo, as autoras também referem que os materiais curriculares terão contribuído para que os professores desenvolvessem práticas mais favoráveis à aprendizagem, embora tenha sido o professor com maior formação e experiência profissional a tirar maior partido da mensagem veiculada pelos materiais.

Ao nível da formação inicial de professores esta questão entrelaça-se com o problema da autonomia do docente, formador de professores, na gestão dos materiais selecionados. No presente estudo procurou-se que os materiais permitissem uma certa flexibilidade de aplicação por parte do professor participante, em particular, relativamente a algumas atividades. Porém, considerando-se a sua formação científica e experiência académica, houve o cuidado de acompanhar o seu trabalho, quer através de uma pilotagem do plano de formação aplicado numa turma com idênticas características, no ano letivo anterior ao da realização do estudo de caso, quer através de apoio na interpretação dos materiais e dos princípios subjacentes. Como recomendam vários autores, a propósito dos estudos desenvolvidos em contextos de formação de professores, incidindo sobre a natureza da ciência (e.g., Akerson, Morrison & Roth McDuffie, 2006; Bell, Mulvey & Maeng, 2012; McComas, 1998a), conceder maior autonomia ao docente passa pela sua própria formação, vertente que as instituições de formação de professores têm de assegurar com qualidade e

coerência, face ao desenho e conteúdo dos cursos de formação ministrados (Russel & Martin, 2007).

Outro aspeto que pode ter dificultado a intervenção do professor no sentido de fazer uma aplicação mais rigorosa dos materiais pode prender-se com a relação que é necessário fazer entre áreas do conhecimento com diferentes estruturas. Tendo em conta a teorização de Bernstein (1999) sobre as estruturas do conhecimento e, com base nesta teorização, a ideia defendida por Ferreira e Morais (2010) num estudo sobre currículos de ciências no 3.º ciclo do ensino básico, o facto do conhecimento metacientífico possuir uma estrutura horizontal, diferente da estrutura hierárquica do conhecimento científico, poderá levantar dificuldades de operacionalização aos professores de ciências, socializados em estruturas hierárquicas (disciplinas científicas) de conhecimento durante a sua formação académica, tal como é o caso do professor participante no estudo com formação de base em química.

Finalmente, um fator de natureza pessoal dos estudantes que terá interferido na qualidade do desempenho pode resumir-se do seguinte modo: grande parte deles revelou possuir um discurso oral e escrito com limitações linguísticas e semânticas o que lhes terá dificultado a interpretação dos materiais curriculares e do discurso do professor e, em consequência, uma produção satisfatória do texto requerido. Este aspeto, associado ao facto de a média das suas classificações nas unidades curriculares do 1.º e 2.º anos da licenciatura na componente da *Formação para a Docência na Área de Ensino do Estudo do Meio* (ciências naturais) estar situada nos níveis baixo e médio, parece indicar uma certa impreparação dos estudantes para frequentarem o último ano da licenciatura.

Em suma, e apesar dos obstáculos referidos, pode dizer-se que, de um modo global, a formação revelou algumas potencialidades quanto ao seu contributo na melhoria do desempenho dos estudantes, futuros professores do 1.º ciclo do ensino básico, relativamente à inclusão da metaciência no ensino das ciências.

1.2.2. O contributo da formação para as aprendizagens

No que concerne à compreensão da metaciência, os estudantes, em geral, apreenderam melhor as capacidades do que os conhecimentos metacientíficos e, consoante a dimensão metacientífica analisada, a aprendizagem revelou diferentes níveis de conceptualização. Comparando o nível das aprendizagens dos estudantes, em termos de cada uma das dimensões de análise da metaciência, destaca-se a aprendizagem da dimensão filosófica de

forma mais abrangente e específica do que a das dimensões sociológica, psicológica e a histórica. Quanto a esta dimensão os estudantes revelaram ter realizado uma aprendizagem a um nível de conceptualização muito baixo. O facto de o professor, na prática pedagógica, ter tornado mais explícito (enquadramento forte nos critérios de avaliação) o texto a apreender quanto à dimensão filosófica e, relativamente a esta dimensão, ter estabelecido a relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e os conhecimentos científicos (classificação fraca na relação entre os discursos), pode explicar a aprendizagem mais eficiente dos estudantes, relativamente a esta dimensão. No que diz respeito à dimensão histórica, o professor não só tornou menos explícito o texto a apreender como limitou esse texto à relação entre metaciência e ciência, focando quase sempre o conhecimento sobre o carácter cumulativo e em permanente evolução do conhecimento científico.

As aprendizagens dos estudantes sobre a inclusão da metaciência no ensino das ciências revelaram-se pouco satisfatórias, indiciando dificuldades dos estudantes em produzir um texto adequado a alunos do 1.º ciclo do ensino básico em termos da especificação dos conhecimentos metacientíficos a serem adquiridos. Tendo, contudo, a maioria dos estudantes revelado a posse total ou parcial de orientação específica de codificação para o contexto do ensino/aprendizagem da metaciência no 1.º ciclo do ensino básico, procuraram-se possíveis explicações para além da influência da prática do professor. Uma hipótese explicativa, sustentada pelos resultados da análise da entrevista, relativos à posse de regras de realização ativa (em termos de argumentação), reside no facto de os estudantes terem, provavelmente, mais facilidade em produzir o texto adequado oralmente (a que não serão alheios os incentivos [*probing*] da investigadora) do que por escrito, dadas as dificuldades de expressão linguística e semântica que revelaram ao longo da formação.

Um outro aspeto a realçar no quadro desta hipótese explicativa, e que poderá ter facilitado a realização ativa da produção textual em termos de argumentação, é o facto da maioria dos entrevistados ter utilizado, na sua resposta, um exemplo hipotético idêntico ao que serviu de base à investigação experimental, realizada no âmbito do trabalho final. Esta escolha, eventualmente facilitadora da produção do texto oral, por traduzir, de certo modo, o texto produzido no relatório, pode ser entendida de diferentes modos, como se elabora a seguir. Por um lado, o facto de o professor dar um maior controlo aos estudantes, quanto ao tempo dedicado às situações de planificação e realização das atividades do trabalho final, terá favorecido a aprendizagem nesta situação (enquadramento fraco na ritmagem). Tal como já foi mostrado em alguns estudos realizados em contextos de formação de professores

para este nível de escolaridade (e.g., Neves, Morais & Afonso, 2004; Pires, Morais & Neves, 2004; Silva, Morais & Neves, 2013a) esta é uma das características da prática pedagógica mista considerada facilitadora do sucesso de todos os alunos. Por outro lado, os estudantes incorporaram uma parte das atividades elaboradas para o trabalho final, no exemplo hipotético solicitado na entrevista. E fizeram-no, incluindo referências à metaciência, principalmente com ênfase em capacidades relacionadas com a dimensão filosófica (capacidades investigativas associadas aos processos científicos), o que poderá representar uma situação em que sentiam maior segurança, mas, também, corresponder, em grande medida, aos aspetos mais explorados pelo professor na prática. Esta ilação parece ser corroborada por Bell, Mulvey e Maeng (2012) que, na sequência de estudos desenvolvidos com professores em formação inicial, em contextos próximos do descrito, defendem que o ensino explícito da metaciência através da abordagem por processos científicos (*process skills-based instructional approach*, p. 242) tem fornecido resultados satisfatórios em termos da aprendizagem da natureza da ciência. Os mesmos autores relataram que a maioria dos participantes envolvidos no estudo, na situação de estágio após a formação, incorporaram nas suas planificações o mesmo tipo de atividades que tinham aprendido a realizar durante o curso de metodologia do ensino das ciências.

Em suma, parece legítimo inferir que, no presente estudo, a realização das atividades de investigação experimental, enquadradas numa planificação no contexto (ainda que simulado) do ensino/aprendizagem de um tópico programático, terá contribuído, em certa medida, para a aprendizagem dos futuros professores em termos da abordagem da metaciência no ensino das ciências.

1.2.3. O contributo da formação para a evolução das concepções

Como referido anteriormente, comparando os resultados obtidos nas respostas ao questionário antes e após a formação, os estudantes revelaram, em geral, alguma evolução nas concepções sobre o ensino das ciências e sobre ciência.

Quanto às concepções *sobre o ensino das ciências*, um terço dos estudantes, após a formação, evoluiu para um grau superior ao que detinha. É de realçar a reduzida evolução verificada resultante, em parte, do facto de, antes da formação, o padrão geral se situar num grau já relativamente elevado. Isto resulta de a maioria dos estudantes ter revelado concordância com a maior parte afirmações (questionário) que exprimiam ideias aceites, a par de também manifestarem concordância com a quase totalidade das afirmações relativas

aos mitos. Em face deste resultado, parece legítimo concluir que os estudantes se apropriaram, em certa medida, do discurso socialmente dominante sobre a relevância do ensino das ciências veiculado pelos documentos curriculares (e.g., DEB, 2004) e os textos de apoio analisados e discutidos durante a formação. A coexistência de perspectivas aparentemente opostas nas concepções de alguns estudantes, sendo um obstáculo a uma maior evolução das concepções, pode explicar-se, em parte, pela dificuldade dos estudantes em abandonarem alguns mitos, como, por exemplo, o mito sobre o ensino do método científico e sobre a visão que a ciência e a tecnologia trabalham em prol da humanidade. Este resultado é concordante com os obtidos em outros estudos referidos por autores como, por exemplo, Smith e Scharmann (2008), onde se detetou que, frequentemente, a compreensão sobre a natureza da ciência surge incoerente e fragmentada. Segundo estes autores, um indivíduo “pode por exemplo possuir uma visão adequada do carácter contingente da ciência e, ao mesmo tempo, ter ideias ingénuas sobre os tipos de questões a que a ciência pode ou não responder” (p. 221). Dado o reduzido tempo de formação as dificuldades de comunicação dos estudantes e a prática pedagógica do professor (por exemplo, tender para uma fraca explicitação quer da metaciência quer da relação entre a metaciência e o ensino das ciências), pode inferir-se que, no processo de ensino/aprendizagem, não terão sido reunidas condições suficientes e necessárias para induzir a rutura/desconstrução com as/das concepções preexistentes.

Estas condições poderão ter sido ainda mais influentes na evolução dos perfis de *concepções sobre ciência*, pelo facto da determinação do perfil conceptual em que cada estudante foi situado depender dos conhecimentos metacientíficos apreendidos, expressos não só em função do número de afirmações selecionadas, relativamente a cada concepção em análise, mas também da qualidade da justificação apresentada para essa escolha. Deste ponto de vista, e tendo em conta a reconhecida impreparação dos estudantes, partilha-se a chamada de atenção de Osborne, Erduran e Simon (2004) ao referirem que a argumentação requer a aplicação de conhecimento científico relevante para permitir aos estudantes sustentar e justificar as suas ideias. No caso dos perfis das concepções sobre ciência a justificação das ideias dos estudantes implicava a posse conhecimentos metacientíficos associados a cada uma das dimensões em análise e a argumentação, por escrito, da sua adequação à dimensão metacientífica em causa. Ainda assim, considera-se que a evolução dos perfis conceptuais foi positiva atendendo a que, após a formação, quinze estudantes (de entre vinte cinco) se situaram nos perfis parcelar e abrangente e antes da formação não haver nenhum estudante

posicionado no perfil abrangente. Estes resultados corroboram os da maioria dos estudos similares consultados, em que diversos investigadores (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, 2009; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Bell, Mulvey & Maeng, 2012; Deng et al., 2011; Lederman, 1992, 2007; McDonald, 2010) relatam resultados díspares, mais ou menos satisfatórios, em termos do número de participantes (estudantes e futuros professores do ensino básico e secundário) que continuavam a possuir concepções ingénuas ou limitadas sobre a natureza da ciência após os programas ou cursos de formação em que participaram.

Em suma, e apesar das limitações apontadas, a implementação do plano de formação parece ter tido algum impacto positivo na aprendizagem de uma concepção multidisciplinar de ciência, traduzida pelo facto de a maioria dos estudantes se ter situado nos perfis conceptuais mais abrangentes, após a formação.

1.3. Síntese dos resultados da investigação

Nesta seção das conclusões, retomando o problema geral do estudo, procura-se discutir e refletir, de forma global, sobre o contributo de um ensino focado na metaciência e na sua relação com a educação científica, na formação inicial de professores.

Na *primeira fase da investigação*, as evidências obtidas sobre a natureza limitada das concepções dos estudantes, denotando a prevalência de uma visão positivista e algo ingénuo sobre ciência e o ensino das ciências, conduziram a uma exploração sobre a inclusão da metaciência nos programas de unidades curriculares de cariz científico (1.º e 2.º anos) da componente de *Formação na Área de Docência de Estudo do Meio* (Licenciatura em Educação Básica), do grau de explicitação do tipo e qualidade de referências às quatro dimensões de construção da ciência, sempre que existiam, e da relação ente a metaciência e a ciência.

Embora se reconheça que a formação em metaciência não se esgota nos dois primeiros anos da licenciatura, constatou-se que a maioria dos programas analisados revela alguma preocupação em incluir a metaciência no âmbito das unidades curriculares de cariz científico. Contudo, o facto de surgir, em geral, pouco conceptualizada, pouco explícita e pouco articulada com a ciência, forneceu dados para conceber um plano de formação potenciador das aprendizagens sobre metaciência e sobre a importância do ensino desta componente no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico.

O plano de formação implementado na unidade curricular de cariz didático, *Introdução à Didática do Estudo do Meio*, revelou conter potencialidades pedagógicas para a aprendizagem da metaciência fornecendo bases para equacionar a importância do ensino das ciências e um suporte de conhecimento metacientífico relevante e abrangente. Ao explicitar as perspetivas relativas às dimensões de construção da ciência de Ziman (1984, 2000), retomando-as sistematicamente ao longo das várias atividades permite maximizar as oportunidades para os estudantes discutirem as suas ideias, em pequeno e grande grupo, e construir progressivamente um quadro conceptual especificando todos os aspetos explorados. As questões orientadoras das atividades, ao colocarem o foco no modo como os diversos aspetos metacientíficos podem ser explorados com alunos do 1.º ciclo do ensino básico, podem ajudar os estudantes a adquirirem algum conhecimento e sensibilidade para trabalhar as capacidades metacientíficas e os conhecimentos específicos no contexto de diversos temas do *Programa de Estudo do Meio*. As atividades propostas no plano de formação, em particular o trabalho de avaliação final, podem criar situações desafiadoras permitindo que os estudantes reflitam sobre as suas próprias conceções sobre ciência e sobre a importância e a utilidade da abordagem da metaciência como um fator determinante na promoção da literacia científica para todos os alunos.

Um aspeto crucial da investigação foi evidenciar como potenciais fatores mediadores da formação o conhecimento do professor e a sua prática. A experiência do professor em ensinar a metaciência era, ainda, limitada o que terá afetado o modo como ele recontextualizou, na prática, a mensagem dos materiais curriculares. Tal como alguns estudos empíricos realizados com alunos de diferentes níveis de ensino (Alves, 2010; Deus, 2010; Pires, Morais & Neves, 2004; Silva, Morais & Neves, 2013a) têm mostrado, só quando é dado aos estudantes controlo em relação ao tempo de aprendizagem e, em simultâneo, existe uma clara explicitação do texto apreender (critérios de avaliação), estão asseguradas algumas condições “ideais” para garantirem o sucesso da aprendizagem dos estudantes quanto ao texto a ser produzido. Se ao nível do contexto instrucional, quanto aos conteúdos de ensino (*o que*), a prática do professor se caracterizou por uma exploração dos conhecimentos metacientíficos e, principalmente das capacidades, que se aproximou da mensagem preconizada nos materiais curriculares, o mesmo não aconteceu em relação a algumas relações sociológicas entre o professor e os estudantes. De facto, apesar do professor ter promovido uma relação que permitiu algum controlo dos estudantes quanto ao ritmo de aprendizagem, tal como os materiais preconizavam, relativamente aos critérios de

avaliação, o professor afastou-se da mensagem contida nos materiais, não tornando suficientemente explícito o texto a ser apreendido pelos estudantes. Tal facto, que reflete uma prática com algumas limitações em termos da explicitação do texto a apreender teve, em parte, reflexo no desempenho dos estudantes, em particular, na compreensão e aplicação dos conhecimentos metacientíficos específicos.

Ainda relativamente ao conhecimento do professor, a análise da prática, tornou evidente alguma dificuldade do professor em reformular os assuntos e/ou apresentar novos exemplos sempre que muitos estudantes manifestavam dúvidas. Clough e Olson (2012) defendem que os professores não só necessitam de conhecer estratégias para o ensino da metaciência e de compreender que essa abordagem facilita a aprendizagem das ciências, mas também “precisam de identificar corretamente e de forma consistente onde podem incluir conceitos sobre a natureza da ciência nas suas unidades [de ensino] e tirar proveito dessas oportunidades” (p. 264). Os resultados obtidos na presente investigação, sobre a recontextualização da mensagem dos materiais feita pelo professor na sua prática, são sustentados por outros autores (e.g., Silva, 2010) quando referem que a modificação das práticas dos professores não acontece só através da utilização de materiais curriculares, exigindo uma formação que crie condições para refletir sobre a prática e alterar as crenças e/ou o conhecimento profissional existentes. Embora o professor tenha tido oportunidade de pilotar os materiais durante a aplicação do plano de formação no ano anterior àquele em que decorreu o estudo de caso, com o acompanhamento da investigadora em ambas as intervenções, essa experiência não terá sido suficiente para assegurar uma formação adequada do professor, em termos do ensino explícito da metaciência e da sua abordagem no ensino/aprendizagem das ciências.

Este aspeto merece ser equacionado quando se encara a formação que pode, e deve ser facultada aos formadores de futuros professores, em particular, quando vão lecionar unidades curriculares cuja responsabilidade pertence a docentes mais experientes. Os programas das unidades curriculares, lecionados nas Escolas Superiores de Educação participantes no estudo, evidenciaram ser sintéticos e, em geral, pouco explícitos no que diz respeito à abordagem da metaciência. Daí que, mesmo sendo os programas apoiados por materiais curriculares, a sua gestão exige um acompanhamento dos docentes em início de carreira por parte dos professores responsáveis das unidades curriculares, de modo a tornar clara a mensagem que se pretende veicular e facilitar a explicitação do texto a apreender aos estudantes (critérios de avaliação). Segundo alguns autores (e.g., Swennen, Shagrir &

Cooper, 2009), atendendo aos desafios que são colocados aos formadores de professores em início de carreira, dados os requisitos da profissão, tais como a investigação e o estudo pessoal, é essencial proporcionar-lhes as condições para expandirem a sua identidade profissional inicial de professores para a de formadores de professores, num contexto de trabalho com jovens adultos.

Finalmente, mesmo admitindo que todas as condições favoráveis à formação dos estudantes estivessem reunidas, os resultados obtidos também permitem equacionar um outro fator potencialmente limitante da evolução das conceções dos estudantes sobre ciência e sobre o ensino das ciências – a impreparação académica dos estudantes envolvidos na formação. Neste sentido, parece legítimo apontar como necessária a promoção de um ensino de elevado nível que contribua para superar as limitações da formação académica dos estudantes antes de entrarem no ensino superior e lhes proporcione uma melhor fruição das situações de aprendizagem.

Em síntese, e se bem que as interpretações feitas com base nos resultados da presente investigação não possam ser tomadas como generalizações, elas sugerem algumas relações positivas entre o desempenho dos estudantes, em termos das aprendizagens e da evolução das suas conceções sobre ciência e sobre o ensino das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, e o contexto específico da formação, sustentado pelos materiais curriculares e mediado pela prática do professor. Além disso, a grande maioria dos estudantes revelou possuir disposições socioafetivas favoráveis à abordagem da metaciência no contexto do ensino/aprendizagem da ciência no 1.º ciclo e mostraram-se abertos e interessados em ter mais oportunidades para estudarem esta vertente e a aplicarem na prática. E mesmo os estudantes que evidenciaram níveis de aprendizagem menos satisfatórios foram capazes, na sua maioria, de produzir parcialmente o texto requerido, refletindo as perspetivas melhor exploradas pelo professor na prática. Nesta linha de reflexão parece legítimo admitir que a ser dado mais tempo de aprendizagem explícita sobre metaciência e da sua abordagem no ensino das ciências, em contextos de aplicação prática sustentados por quadros teóricos de referência, as conceções dos estudantes possam continuar a evoluir para perfis de maior abrangência e graus mais elevados do que os encontrados na presente investigação. Tal como afirmam Akerson, Morrison e Roth McDuffie (2006), a formação em metaciência não se adquire com uma única intervenção, num só curso.

2. CONTRIBUTOS DO ESTUDO

Apesar das conclusões desta investigação não deverem ser encaradas como generalizações, tal como se estabeleceu ao desenhar a metodologia que a orientou, delas emergem alguns elementos de reflexão teórica e empírica que podem dar alguns contributos no âmbito da formação inicial de professores e do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, a nível conceptual e metodológico.

Ao *nível conceptual*, um dos aspetos a realçar prende-se com a inclusão de uma abordagem multidimensional da metaciência (construção da ciência) nos cursos de formação inicial de professores, focada no ensino explícito de conhecimentos e capacidades associados às várias dimensões metacientíficas. Tomando em consideração as orientações internacionais, procurou-se evidenciar a importância do ensino da relação entre a metaciência e a ciência como um dos aspetos relevantes da aprendizagem científica em cursos de formação inicial de professores tendo como objetivo atingir a literacia científica para todos.

A abordagem conceptual utilizada possibilita a discussão sobre aspetos da natureza da ciência que apontam para a adoção de quadros conceptuais mais amplos dos que têm sido adotados em programas e textos educativos, ao incorporar e ultrapassar os chamados “elementos” de descrição da natureza da ciência utilizados na maior parte dos estudos consultados. Deste modo, aproxima-se da perspetiva defendida por alguns autores que preferem uma abordagem mais holística (Allchin, 2011; Irzik & Nola, 2011), visando superar as limitações da “visão consensual” (e.g., Abd-El-Khalick, 2012; Lederman, 2007) ou de visões aproximadas mas igualmente baseadas em “listas de elementos” (e.g., Duschl & Grandy, 2013; McComas, 2014) ainda que revistos à luz das novas orientações internacionais (NRC, 2012), que continuam a ser utilizadas em estudos sobre a natureza da ciência. Por exemplo, Allchin (2011) propõe a deslocação do foco da avaliação da natureza da ciência das listas de afirmações para uma análise funcional de toda a ciência (*Whole Science*), da experimentação à sua dimensão social, “sensível a todas as dimensões confiáveis da prática científica” (p. 524).

Relativamente a outros estudos, desenvolvidos pelo Grupo ESSA, sobre a inclusão da metaciência no ensino/aprendizagem das ciências (e.g., Ferreira & Morais, 2010, 2013), a presente investigação permite dar mais um passo para uma discussão e reflexão sobre esta matéria, neste caso, ao nível da formação inicial de professores.

A análise da mensagem presente nos programas das unidades curriculares de cariz científico (componente de *Formação na Área de Docência do Estudo do Meio* - ciências naturais) lecionadas em Escolas Superiores de Educação, quanto à inclusão da metaciência no ensino das ciências, permitiu o conhecimento da valorização que lhe é atribuída. Este conhecimento pode ajudar as instituições de formação e os seus docentes a refletirem sobre a importância da inclusão desta componente na formação em ensino das ciências. Dito de outro modo, a considerarem a inclusão de uma componente metacientífica, explícita e perspectivada de um modo abrangente e multidimensional, nas linhas orientadoras que perfilham com vista ao desenvolvimento da literacia científica dos futuros professores.

Os resultados do estudo da recontextualização da mensagem veiculada pelos materiais curriculares, inerentes ao plano específico de formação, na prática pedagógica do professor participante, potenciam uma reflexão mais aprofundada sobre a problemática da formação de formadores de professores de ciências e sobre as linhas essenciais que devem sustentar essa formação. Os resultados obtidos a partir da análise da prática pedagógica do professor revelaram-se úteis na discussão sobre o modo como a atuação do professor pode reforçar ou limitar os princípios orientadores que estão na base da mensagem contida em materiais curriculares com potencial para promover a aprendizagem da metaciência e da importância da sua abordagem no ensino/aprendizagem das ciências. Estes mesmos resultados e os que se obtiveram através da análise curricular atrás referida, fizeram emergir a problemática da formação inicial dos formadores de professores dos primeiros anos de escolaridade, evidenciando alguns aspetos relevantes para as instituições de formação refletirem sobre as necessidades de integração/formação daqueles docentes.

A forma como se procedeu à análise do desempenho dos estudantes forneceu igualmente dados que podem ajudar a uma reflexão sustentada sobre a adequação de planos de formação, com determinadas características, visando a compreensão de uma visão multidimensional sobre ciência e a importância da sua abordagem no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico, e sobre a eficácia dessa formação contextualizada numa unidade curricular de cariz didático durante o 1.º ciclo de formação inicial de professores (Licenciatura em Educação Básica). Estes resultados podem contribuir para reforçar, por um lado a necessidade das instituições considerarem a inclusão da metaciência nos programas de formação e, por outro lado, fazê-lo o mais cedo possível de modo a corresponderem à perceção dos estudantes sobre a necessidade de mais formação

nesta componente e oportunidades de aplicarem na prática pedagógica, mais desenvolvida no contexto do 1º ciclo do ensino básico durante a frequência dos mestrados em ensino.

Associando os resultados obtidos sobre o desempenho dos estudantes a alguns dados que surgiram durante a reduzida participação dos estudantes nas atividades realizadas na prática, é possível equacionar as eventuais fragilidades da preparação académica dos estudantes e delinear formas para intervir no sentido de os ajudar a ultrapassar as limitações de expressão oral e escrita. Além disso, é essencial assegurar a aquisição de conhecimentos científicos básicos que contribuam para o progresso das suas aprendizagens sobre metaciência e da sua relação com a ciência, facilitando o uso dessa abordagem no contexto do ensino/aprendizagem das ciências no 1.º ciclo do ensino básico. No quadro da formação inicial de professores e a despeito da reforma mais recente afirmar a intenção de privilegiar a formação nas áreas de docência (correspondentes ao 1º ciclo do ensino básico) ao nível da Licenciatura em Educação Básica, a investigação sugere a necessidade de uma maior aposta na formação científica dos estudantes, principalmente, quando a maioria tem uma preparação científica que não vai além do 9.º ano de escolaridade.

A *nível metodológico* esta investigação também trouxe alguns contributos. Percorreu-se um caminho metodológico desenhado no quadro das metodologias mistas com duas fases sequenciais, interligadas, evidenciando o modo como um estudo de caso pode ser desenvolvido no âmbito de um estudo mais amplo, em que numa primeira parte se buscaram dados para ajudar a conceber um plano específico de formação sobre a metaciência e a importância da sua abordagem no ensino das ciências e a examinar em detalhe as condições necessárias ao ensino/aprendizagem da construção da ciência nesse contexto.

Os procedimentos metodológicos usados na conceção do modelo de análise das concepções sobre ciência (associando aspetos quantitativos e qualitativos na descrição de perfis conceptuais) e na construção de um novo instrumento de recolha de dados podem, em parte, contribuir para ultrapassar as limitações de outros instrumentos que apenas permitem analisar aspetos menos abrangentes sobre a natureza da ciência (e.g., Aikenhead & Ryan, 1992; Canavarro, 1996; Chen, 2006; Lederman et al., 2002). A robustez conceptual e o poder explicativo do quadro teórico do estudo, baseado em conceitos das áreas da epistemologia e da sociologia, e a existência de uma dialética permanente entre o teórico e o empírico, possibilitaram a construção de instrumentos de análise, aplicáveis às características em estudo sobre a metaciência permitindo uma análise coerente nas duas fases da investigação. O processo de conceção dos materiais curriculares elaborados, com base no mesmo quadro

teórico, sujeitos a pilotagem e a validação, oferece também possibilidades de utilização e adaptação/reformulação em diversos contextos. A perspetiva metodológica, em que se desenvolveu a investigação, em particular, o estabelecimento de uma permanente dialética entre o teórico e o empírico, ajudou à interligação e validação mútua dos diversos procedimentos e resultados (qualitativos e quantitativos), contribuindo para uma estrutura coesa no que diz respeito à interpretação e conclusões da problemática da formação. Considera-se que os procedimentos que foram sendo entretecidos ao longo deste caminho metodológico, no quadro de uma metodologia mista, deram continuidade ao desenvolvimento da linguagem externa de descrição, que tem constituído um dos aspetos metodológicos fundamentais da investigação realizada pelo Grupo ESSA (Morais & Neves, 2007b).

Ainda que a investigação se tenha centrado na abordagem da metaciência na formação inicial de professores, com estudantes a frequentarem o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica em Escolas Superiores de Educação, quer os instrumentos de recolha e de análise de dados quer os materiais curriculares que sustentaram a formação revelaram ser operacionais e, por isso, considera-se que, com as devidas adaptações, eles poderão ser aplicados a outros públicos, em diferentes textos e contextos de formação e investigação focados na problemática da inclusão da metaciência no ensino das ciências.

3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E DESAFIOS PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES

À semelhança de qualquer outra investigação em educação, também esta apresenta limitações de natureza diversa. Algumas dessas limitações podem configurar, em certa medida, desafios e sugestões para futuras investigações. Esta seção incide precisamente sobre as principais limitações do estudo e procura indicar alguns caminhos para outras investigações.

Em termos metodológicos, na primeira fase da investigação, quanto à dimensão da amostra global, caso se tivesse podido ultrapassar problemas logísticos e de tempo disponível para conduzir as duas fases sequenciais da investigação, teria sido desejável inquirir os estudantes de todas as Escolas Superiores de Educação de Portugal Continental de modo a obviar a possíveis enviesamentos relacionados com a representatividade da amostra usada para a identificação das conceções dos estudantes. Além disso, poder-se-ia

ter obtido dados sobre o número de estudantes que realmente frequentaram o 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica em cada uma das sete Escolas Superiores de Educação, de modo a apurar, com maior precisão, a representatividade da amostra global da investigação.

Em relação ao instrumento de recolha de dados utilizado, apesar de se ter considerado vantajoso o uso do questionário para inquirir os estudantes das escolas participantes na investigação, dada a amplitude da amostra, entende-se como uma limitação o facto de a parte do instrumento relativa à identificação das concepções sobre o ensino das ciências incluir unicamente itens de escala. Neste sentido, sugere-se o desenvolvimento de um instrumento que inclua também itens de resposta aberta de modo a possibilitar uma análise mais fina e aprofundada das concepções dos estudantes sobre a abordagem de perspectivas metacientíficas no contexto do ensino/aprendizagem do 1.º ciclo do ensino básico.

O facto de o estudo se centrar apenas no 3.º ano da licenciatura e não em todo o percurso académico, limitou a possibilidade de analisar anualmente, ao longo dos três anos de licenciatura, a mudança das concepções dos estudantes sobre ciência e o ensino das ciências. Contudo, focar a análise das concepções dos estudantes no início do 3.º ano, pode conter duas potencialidades: (1) os estudantes possuem maior conhecimento e experiência das características do plano de estudo e das futuras opções de frequência dos mestrados em ensino; e (2) os estudantes estarem mais despertos para o modo como se deve ensinar ciências no 1.º ciclo do ensino básico e poderem exprimir as suas ideias (crenças) com maior clareza. Ainda assim, considera-se um desafio para uma futura investigação desenvolver um estudo longitudinal que possibilite a análise das concepções dos estudantes ao longo da licenciatura e, eventualmente, dos cursos de mestrado que conferem o diploma em Ensino do 1.º ciclo do Ensino Básico, incluindo a abordagem da metaciência em situação de prática pedagógica, à semelhança de alguns raros estudos (e.g., Akerson, Morrison & Roth McDuffie, 2006; Bell, Mulvey & Maeng, 2012) que têm obtido resultados mais detalhados sobre a evolução das concepções de professores em formação inicial.

Quanto à análise da formação conferida em cada uma das escolas participantes, caso houvesse possibilidade, teria sido enriquecedor analisar alguns materiais curriculares utilizados nas diversas unidades curriculares da componente da *Formação para a Docência na Área de Ensino do Estudo do Meio* (ciências naturais), visto que os programas embora fornecessem dados relevantes são, pela sua própria natureza, textos curtos e simplificados que só espelham parcialmente o contexto em que decorre a formação. Contudo, tal não foi

possível, dada a dificuldade inerente à reduzida disponibilidade dos professores em participarem, aspeto que foi comprovado com o pedido dirigido às instituições.

Em relação à segunda fase da investigação, considera-se como uma possível limitação a incidência num único estudo de caso e apenas no 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica. Também teria sido desejável não limitar a incidência da segunda fase da investigação a único estudo de caso. Poder-se-ia, por exemplo, ter recorrido a estudos de caso múltiplos. Contudo, é de sublinhar que a profundidade e o rigor inerentes à conceção do plano de formação e à observação de todas as aulas e sessões de trabalho, e sua caracterização em função de múltiplos aspetos da prática pedagógica, poderiam ficar comprometidos.

Outra das possíveis limitações do estudo de caso prende-se com a aplicação da entrevista aos estudantes. Admite-se que poderia ter sido feita uma entrevista antes do início da formação, idêntica à que se realizou no final do ano letivo de modo a analisar uma eventual evolução do grau de orientação específica de codificação dos estudantes e as disposições socioafetivas para o contexto de ensino/aprendizagem das ciências, permitindo compreender melhor o impacto da formação no desempenho dos estudantes, tal como já se fez em outros estudos do grupo ESSA (e.g., Alves & Morais, 2012). Assim, sugere-se que numa futura investigação se realizem as duas entrevistas para uma análise comparativa do grau de orientação específica de codificação dos estudantes e as disposições socioafetivas para o contexto de ensino/aprendizagem da metaciência no âmbito do 1.º ciclo do ensino básico.

Uma outra possível limitação está relacionada com a prática pedagógica, quer pelo modo como o professor recontextualizou a mensagem relativa ao plano de formação, quer pelo reduzido grau de participação e de literacia dos estudantes. Mas, este facto, que também poderá ser tomado como uma das potencialidades desta investigação – trabalhar em contextos reais, muitas vezes com alunos fracos e com professores nem sempre suficientemente preparados e sem uma experiência substantiva na abordagem da metaciência – aponta, mais uma vez, para a importância crucial da formação de formadores de professores. Apesar da investigação sobre o desenvolvimento profissional dos formadores de professores ser ainda limitada, por exemplo, Harrison e Yaffe (2009) em resultado de dois projetos de investigação desenvolvidos em torno de modelos favoráveis à reflexão crítica dos jovens docentes, apoiados por formadores experientes, recomendam a existência de programas de formação dos formadores de professores em início de carreira, com uma componente formal de reflexão crítica. Para os autores, a reflexão deve ser apoiada por um

formador experiente nesta área, a análise de aulas gravadas (áudio e vídeo) e a promoção de uma aprendizagem baseada em problemas e no pensamento crítico. Este aspeto poderá ser um desafio promissor para uma futura investigação que inclua como ponto de partida para a formação de formadores de professores, no quadro da abordagem da metaciência no contexto do ensino/aprendizagem das ciências, uma análise detalhada das crenças e/ou concepções desses docentes sobre ciência e o modo como ela se constrói, contribuindo para modificar a situação da educação científica que ainda prevalece nas escolas. Esta situação está bem caracterizada por Erduran e Dagher (2014), ao afirmarem: “a ciência escolar raramente coordena as dimensões epistémicas, cognitivas e sociais da ciência de modo que os aprendizes desenvolvam uma compreensão equilibrada sobre o que se entende por ciência num sentido holístico” (p. 2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1989). *Science for all Americans. A Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology*. Washington, DC: AAAS.
- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1993). *Benchmarks for science literacy: Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in pre-service elementary science courses: Abandoning scientism, but. . . . *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353–374.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88, 785-810.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2161-2184.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Lederman, N. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-437.
- Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 673-699.
- Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (2003). Lebanese students' views of the nature of science. *Mediterranean Journal of Educational Studies*, 18(1), 61-79.
- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., et al. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397-419.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., Bell, R. L., & Schwartz, R. (2001). Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science*. Recuperado em 2010, dezembro 7, de < <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED472901.pdf>>
- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1150). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Abell, S. K., & Smith, D. C. (1994). What is science?: Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 16(4), 475-487.
- Acevedo, J.A. (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la naturaleza de la ciência. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 653-660.

-
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A., & Acevedo P. (2002). Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 1-27.
- Afonso, M. (2002). *Os professores e a educação científica no 1º ciclo do ensino básico. Desenvolvimento de processos de formação*. Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Afonso, M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.
- Afonso, M., Alveirinho, D., Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P., & Alves, V. (2013). *Que ciência se aprende na escola? Uma avaliação do grau de exigência no ensino básico em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Afonso, M., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2002). Contextos de formação de professores: Estudo de características sociológicas específicas. *Revista de Educação*, XI(1), 129-146.
- Afonso, M., & Neves, I. P. (1998). Socialização primária e concepções das crianças em ciências. *Revista de Educação*, VII(1), 107-119.
- Afonso, M., & Neves, I. P. (2000). Influência da prática pedagógica na mudança conceptual em ciências: Um estudo sociológico. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), 247-282.
- Afonso, M., Neves, I. P., & Morais, A. M. (2005). Processos de formação e sua relação com o desenvolvimento profissional dos professores: Um estudo sociológico no 1º ciclo do ensino básico. *Revista de Educação*, XIII(1), 5-37.
- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação. Um guia prático e crítico*. Porto: Edições ASA.
- Aikenhead, G. S. (2000). Renegotiating the culture of school science. In R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 245-264). Birmingham, UK: Open University Press.
- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. (1992). The development of a new instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, 76, 477-491.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Akerson, V. L., Buzzelli, C.A., & Donnelly, L.A. (2010). On the nature of teaching nature of science: Preservice early childhood teachers' instruction in preschool and elementary settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 213-233.
- Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D.L. (2009). Fostering a community of practice through a professional development program to improve elementary teachers' views of nature of science and teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1090-1113.
- Akerson, V. L., Donnelly, L. A., Riggs M. L., & Eastwood J. L. (2011). Developing a community of practice to support preservice elementary teachers' nature of science instruction. *International Journal of Science Education*. doi:10.1080/09500693.2011.639100.
- Akerson, V. L., Morrison, J.A., & Roth McDuffie, A. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194-213.
- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95, 518-542.
- Alves, H. (2010). *Aprendizagens em contexto de formação inicial. Um estudo com futuros professores de ciências em Cabo Verde*. Tese de Mestrado em Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Alves, V. (2007). *O currículo, o software didático e a prática pedagógica: Análise sociológica de textos e contextos do ensino das ciências*. Tese de mestrado, Universidade Católica Portuguesa, Faculdade de Educação e de Psicologia, Lisboa.
- Alves, V., & Morais, A. M. (2006). *Instrumento 4.1.10. – Orientação específica de codificação: Entrevista a professores do 9.º ano do EB*. Recuperado em 2012, março 12, de <http://essa.ie.ul.pt/ficheiros/instrumentos/portugues/4_formacao_de_professores/4.1.questionarios_e_entrevistas/4.1.10.pdf>.
- Alves, V., & Morais, A. M. (2012). A sociological analysis of science curriculum and pedagogic practices. *Pedagogies: An International Journal*, 7(1), 52-71.

- Amaral, A. (2007). A reforma do ensino superior português. In CNE (Org.), *Políticas do Ensino Superior* (pp. 17-37). Lisboa: CNE.
- Anderson, C. W. (2007). Perspectives on science learning. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 3-30). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Angrosino, M. (2005). Recontextualizing observation. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *The sage handbook of qualitative research* (3ª ed.) (pp. 191-215). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Appleton, K. (2007). Elementary science teaching. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 493-535). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Astolfi, J. P., Darot, E., Ginsburger-Vogel & Toussand, J. (2002). *As palavras-chave da didáctica das ciências: Referências, definições, bibliografias*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo* (4ª ed.). Lisboa: Edições 70.
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students “Ideas-about-science”: Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), 655-652.
- Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills*. Boston: Pearson Education.
- Bell, R. L. (2013). Teaching the nature of science: Three critical questions. In *National Geographic Science. Best practices in science education*. Recuperado em 2014, janeiro 8, de <http://www.ngsp.com/portals/0/downloads/sc122-0449a_am_bell.pdf>
- Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one’s conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 563–581.
- Bell, R. L., Matkins, J.J., & Gansneder, B.M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers’ understanding of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436.
- Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2012). Beyond understanding: Process skills as a context for nature of science instruction. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 225-265). Dordrecht: Springer.
- Bergman, M. M. (2008a). Introduction: Whither mixed methods? In M. M. Bergman (Ed.), *Advances in mixed methods research* (pp. 1-7). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Bergman, M. M. (2008b). The straw men of the qualitative-quantitative divide and their influence on mixed methods research. In M. M. Bergman (Ed.), *Advances in mixed methods research* (pp. 11-21). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Bernstein, B. (1990). *Class, codes and control: Volume IV, The structuring of pedagogic discourse*. London: Routledge.
- Bernstein, B. (1999). Vertical and Horizontal Discourse: an essay. *British Journal of Sociology of Education*, 20 (2), 157-173.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique (revised edition)*. Londres: Rowman & Littlefield.
- Bernstein, B., & Solomon, J. (1999). Pedagogy, identity and the construction of a theory of symbolic control: Basil Bernstein questioned by Joseph Solomon. *British Journal of Sociology of Education*, 20(2), 265-279.
- Blalock, C. L., Lichtenstein, M. J., Owen, S., Pruski, L., Marshall, C., & Toepferwein, M. (2008). In pursuit of validity: A comprehensive review of science attitude instruments, 1935–2005. *International Journal of Science Education*, 30(7), 961-977.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- BouJaoude, S., & Santourian, G. (2012). The status of the nature of science in science education in Lebanon. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 107-122). Dordrecht: Springer.
- Bruner, J. (1977). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bryman, A. (2008). Why do researchers integrate/combine/mesh/blend/mix/merge/fuse quantitative and qualitative research? In M. M. Bergman (Ed.), *Advances in mixed methods research* (pp. 87-100). Thousand Oaks, CA: Sage.

-
- BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies). (1970). *Biology teacher's handbook* (2^a ed.). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Bybee, R. W. (2003). The teaching of science: Content, coherence, and congruence. *Journal of Science Education and Technology*, 12(4), 343-357.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciências. In M. P. Jiménez Aleixandre (Coord.). *Enseñar ciências* (pp.95-118). Barcelona: Graó.
- Cachapuz, A. (2010). O espaço comum europeu de ensino superior, o processo de Bolonha e a autonomia universitária. *Revista Ibero-americana de Educação*, 53(2). Recuperado em 2012, setembro 13, de <<http://www.rioei.org/deloslectores/3440Carrelhas.pdf>>
- Cachapuz, A., Praia, J., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., & Martínez-Terrades, I. (2001). A emergência da didática das ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 155-195.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: ME.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: Um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10(3), 363-381.
- Cain, S., & Evans J. (1984). *Sciencing. An involvement approach to elementary science methods* (2^a ed.). Columbus, Ohio: Bell & Howell Company.
- Calado, S. (2007). *Das competências essenciais aos manuais escolares: Estudo de processos de recontextualização do discurso pedagógico de Ciências Naturais do 3^o CEB*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Calado, S., & Neves, I. P. (2012). Currículo e manuais escolares em contexto de flexibilidade curricular. Estudo de processos de recontextualização. *Revista Portuguesa de Educação*, 25(1), 53-93.
- Canário, R. (1996). A escola, o local e a construção de redes de inovação. In B. Campos (Org.), *Investigação e inovação para a qualidade das escolas* (pp. 59-76). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Canário, R. (1999). *Educação de adultos - Um campo e uma problemática*. Lisboa: Educa.
- Canário, R. (2004). A formação de professores entre a reforma e a inovação. In CNE (Org.), *As bases da Educação* (pp. 293-304). Lisboa: CNE.
- Canavarro, J. M. (1996). *Perspectivas acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade: Adaptação portuguesa do VOSTS* (versão abreviada). Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Canavarro, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Caraça, J. (2007). Ciência e educação em ciência ou como ensinar hoje a aprender ciência. In *Ciência e educação em ciência* (pp. 29-37). Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Carrilho, M. M. (1994). *A filosofia das ciências (de Bacon a Feyerabend)*. Lisboa: Editorial Presença.
- Castro, R. V. (2014). Teacher education in Portugal: a history of transitions. In *Proceedings ATEE Annual Conference Transitions in teacher education and professional identities* (pp. 3-14). Brussels/Braga: ATEE e CIED/U Minho.
- Castro, S. (2006). *A construção da ciência na educação científica do ensino secundário – Análise do novo programa de biologia e geologia do 10^o ano*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Castro, S., & Morais, A. M. (2005). *Instrumento 2.2.1 - Análise do programa de biologia e geologia do 10^o ano: Dimensões da construção da ciência – Conceitos e Competências*. Recuperado em 2011, outubro 10, de <http://essa.ie.ul.pt/materiais_instrumentos_texto.htm>.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relação entre os museus de ciências e a escola. *Revista de Educação*, III(1), 51-59.
- Chalmers, A. F. (1987). *Qu'est-ce que la science? Récents développements en philosophie des sciences: Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*. [Traduction de l'édition originale, *What is that thing called science?* (2^a ed., 1982)]. Paris: Éditions la Découverte.
- Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education*, 90, 803-819.
- Clough, M. P., & Olson, J. K. (2008). Teaching and assessing the nature of science: An introduction. *Science & Education*, 17, 143-145. doi: 10.1007/s11191-007-9083-9.
- Clough, M. P., & Olson, J. K. (2012). Impact of a nature of science and science education course on teachers' nature of science classroom practices. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 247-266). Dordrecht: Springer.

- Cochran-Smith, M. (2004). The problem of teacher education. *Journal of Teacher Education*, 55(4), 295-299.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6^a ed.). Oxford, UK: Routledge.
- Comissão Europeia/EACEA/Eurydice (2013). *Números-chave sobre os professores e os dirigentes escolares na Europa. Relatório Eurydice*. Luxemburgo: Serviço de Publicações da União Europeia.
- Contreras, S. (2006). Qué factores pueden influir en el trabajo de los profesores de ciencias chilenos? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 378 – 392.
- Costa, A.F., Ávila, P., & Mateus, S. (2002). *Públicos da ciência em Portugal*. Lisboa: Gradiva.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed method approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2^a ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Darling-Hammond, L. (2003). Teacher learning that supports student learning. *Contemporary Issues in Curriculum* 3, 277-283.
- De Ketele, J-M., Chastrette, M., Cros, D. Mettelin, P., & Thomas, J. (1994). *Guia do Formador*. Lisboa: Instituto Piaget.
- DEB (Departamento da Educação Básica). (2001). *Currículo nacional do ensino básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DEB (Departamento do Ensino Básico). (2004). *Organização Curricular e Programas Ensino Básico – 1.º Ciclo* (4^a ed.). Lisboa: Ministério da Educação.
- DeBoer, G. E. (1991) *A history of ideas in science education: implications for practice*. New York: Teachers College Press.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601.
- DeBoer, G. E. (2011). The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 567–591.
- Delors, J. (Chair.) (1996). *Learning: The treasure within. Report to UNESCO of the international Commission on Education for the twenty-first century*. Paris: UNESCO.
- Deng, F., Chen, D-T., Tsai, C-C., & Chai, C. S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961-999.
- Deus, H. (2010). *Formação Inicial de Professores de 1º ciclo na área das Ciências Naturais. Estudo da sua relação com o desenvolvimento de competências pedagógicas de professores em início de carreira*. Tese de Mestrado em Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- DGEBS (Direção Geral do Ensino Básico e Secundário) (1991). *Programa de ciências da natureza – 2º ciclo do ensino básico, Vol. I e II*. Lisboa: DGEBS.
- DGIDC (Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular) (2006). *Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências*. Lisboa: DGIDC.
- Domingos, A. M. (presentemente Morais), Barradas, H., Rainha, H., & Neves, I. P. (1986). *A teoria de Bernstein em sociologia da educação*. Lisboa: Fundação Gulbenkian.
- Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?* Milton Keynes: Open University Press.
- Driver, R, Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds.). (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, England: Open University Press.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, XIII, 105-122.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003) Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2012). How can conceptual change contribute to theory and practice in science education? In B.J. Fraser and K.G Tobin & C. J. McRobbie (Eds). *Second International Handbook of Science Education*, (pp. 107-118). Dordrecht: Springer.
- Duschl, R. (1990). *Restructuring science education*. New York: Teachers College Press.

-
- Duschl, R. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds). *Improving science education. The contribution of research* (pp. 187-206). Buckingham: Open University Press.
- Duschl, R. (2008). Science education in 3 part harmony: Balancing conceptual, epistemic and social learning goals. In J. Green, A. Luke, & G. Kelly (Eds). *Review of Research in Education*, Volume 32. Washington, DC: AERA.
- Duschl, R., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22, 2109-2139. doi: 10.1007/s11191-012-9539-4.
- Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. (Eds). (2007). *Taking science to school. Learning and teaching science in grades K-8*. Washington: National Academies Press.
- EACEA (Education, Audiovisual and Culture Executive Agency). (2012). *The European Higher Education Area in 2012: Bologna Process implementation report*. Recuperado em 2014, maio 17, de <<http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>>
- Echevarría, J. (2003). *Introdução à metodologia da ciência*. Coimbra: Almedina.
- Erduran, S., & Dagher, Z. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education. Scientific knowledge, practices and other family categories*. Dordrecht: Springer.
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M. P. (Eds.). (2008). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer.
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M. P. (2012). Argumentation in science education research: Perspectives from Europe. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *World of science education: Research in science education in Europe* (pp. 253–289). Rotterdam: Sense Publishers.
- Eschach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2) 171-190.
- European Commission/Education and Training (2013). *Supporting teacher competence development for better learning outcomes*. Recuperado em 2014, dezembro 10, de <http://ec.europa.eu/education/school-education/teacher-cluster_en.htm>
- European Commission/EACEA/Eurydice (2015). *The teaching profession in europe: practices, perceptions, and policies*. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Recuperado em 2015, setembro 12, de <<http://ec.europa.eu/eurydice>>
- Feiman-Nemser, S. (2001). From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers College Record*, 103(6), 1013-1055.
- Fensham, P. J. (2001) Science content as problematic – Issues for research. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross & P. Reiska, (Eds.). *Research in science education – Past, present, and future* (pp. 27-41). Dordrecht: Kluwer.
- Fensham, P. J. (2008). *Science education policy-making: Eleven emerging issues*. Paris: UNESCO. Recuperado em 2013, julho 2, de <<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001567/156700E.pdf>>
- Fensham, P. J. (2009). The link between policy and practice in science education: The role of research. *Science Education*, 93, 1076-1095.
- Ferreira, A. G., & Mota, L. (2009). Do Magistério Primário a Bolonha. Políticas de formação de professores do ensino primário. *Exedra*, 1, 69-90.
- 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, S. (2007a). *Currículos e princípios ideológicos e pedagógicos dos autores: Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Ferreira, S. (2007b). Uma visão integrada e global da ciência no currículo de ciências: estratégia de discussão sobre um problema ambiental. *Revista de Educação*, XV(1), 97-124.
- Ferreira, S. (2014). *Trabalho prático em Biologia e Geologia no ensino secundário: Estudo dos documentos oficiais e suas recontextualizações nas práticas dos professores*. Tese de doutoramento. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Ferreira, S., Alves, V., Calado, S., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2006). *Instrumento 2.2.7- Análise do currículo nacional de ciências naturais do 3º ciclo do ensino básico: Dimensões da construção da ciência – Conteúdos e competências*. Recuperado em 2011, outubro 10, de <http://essa.ie.ul.pt/materiais_instrumentos_texto.htm>

- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2010). A natureza da ciência nos currículos de ciências. Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico. *Revista Portuguesa de Educação*, 23(1), 119-156.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2013). The nature of science in science curricula: Methods and concepts of analysis. *International Journal of Science Education*, 35(16), 2670-2691.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). Conceptual demand of practical work in science curricula: A methodological approach. *Research in Science Education*, 44(1), 53-80. doi: 10.1007/s11165-013-9377-7. ✓
- Ferreira, S., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2011). Science curricula design. Analysis of authors' ideological and pedagogical principles. *International Studies in Sociology of Education*, 21(2), 137-159.
- Feyerabend, P. (1993). *Contra o Método*. Lisboa: Relógio D'Água.
- Figueiredo, O. (2013). *Manuais Escolares de Ciências Físicas e Naturais do oitavo ano de escolaridade – Uma perspetiva em ação*. Tese de doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Fiolhais, C. (2011) *A ciência em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Flores, M. A. (2015). Formação de professores: questões críticas e desafios a considerar. In Conselho Nacional da Educação (Ed.). *Estado da educação 2014* (pp. 262-277). Lisboa: CNE.
- Fontes, A., & Silva, I. (2004). *Uma nova forma de aprender ciências. A educação em ciência/tecnologia/sociedade (CTS)*. Porto: Edições ASA.
- Formosinho, S. J. (1988). *Nos bastidores da ciência. Resistências dos cientistas à inovação científica*. Lisboa: Gradiva.
- Freire, A. M. (2004). Mudança de concepções de ensino dos professores num processo de reforma curricular. In ME-DEB (Coord.), *Flexibilidade curricular, cidadania e comunicação* (pp. 265-280). Lisboa: DEB.
- Freixo, M. J. (2009). *Metodologia científica. Fundamentos, métodos e técnicas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Gage, N.L. (1989). The paradigm wars and their aftermath: A "historical" sketch of research on teaching since 1989. *Educational Researcher*, 18(7), 4-10.
- Gall, M., Gall, J., & Borg, W. (2007). *Educational research: An introduction* (8ª ed.). Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Almeida, P. (2011). Enhancing the popularity and the relevance of science teaching in portuguese science classes. *Research in Science Education*, 41, 651-666.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar ciências, aprender ciências: O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage. Consultado em 2014, julho 21, em <<https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/the-new-production-of-knowledge/book204307>>
- Giere, R. (1988). *Explaining Science: A cognitive approach*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Giere, R. (1989). A natureza da ciência. *Colóquio Ciências*, 6, 72-84.
- Giere, R. (1994). The cognitive structure of scientific theories. *Philosophy of Science*, 61, 276-296.
- Giere, R. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of Science*, 71, 742-752.
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (5ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Gil, F. (1999). A ciência e o problema da objectividade. In F. Gil (Coord). *A ciência tal qual se faz* (pp. 9-29). Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. (1982). Children's science and its implications for teaching. *Science Education*, 66, 625-633.
- Gillham, B. (2004). *The research interview*. (3ª ed.). London: Continuum.
- Gil-Pérez, D., Fernández, I., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.
- Gonçalves, M. E. (2004). Confliting trends in the relationship between science and society in Portugal. In *Science Meets Society* (pp. 77-92). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Gonçalves, R. (1997). *Ciência, pós-ciência e metaciência, tradição, inovação e renovação*. (2ª ed.). Lisboa: Terramar.
- Good, R. G. (1977). *How children learn science: Conceptual development and implications for teaching*. New York: McMillan.

-
- Goodson, I. (2001). *Currículo em mudança*. Porto: Porto Editora.
- Grandy, R. E., & Duschl, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. *Science & Education*, 16(2), 141 – 166.
- Gray, S. D. (2010). International perspectives on research in initial teacher education and some emerging issues. *Journal of Education for Teaching*, 36(4), 345-351.
- Greco, P. (2006). Comment. John Ziman. *Journal of Science Communication*, 5(4), 1-4.
- Guba, E., & Lincoln, Y. (2005). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences. In Denzin, N. & Lincoln, Y. (Ed.). *The Sage Handbook of Qualitative Research*, (3^a ed.), (pp. 191-215). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Guerra-Ramos, T. (2012). Teachers' ideas about the nature of science: A critical analysis of research approaches and their contribution to pedagogical practice. *Science & Education*, (21), 631-655.
- Guerra-Ramos, T., Ryder, J., & Leach, J. (2010). Ideas about the nature of science in pedagogically relevant contexts: Insights from a situated perspective of primary teachers' knowledge. *Science Education*, 94(2), 282-307.
- Guggenheim, D. (Director), & Bender, L. (Producer). (2006). *An inconvenient truth* [DVD]. United States: Paramount Home Entertainment.
- Hammersley, M. (2008). Troubles with triangulation. In Bergman, M. M. (Ed.), *Advances in Mixed Methods Research* (pp. 22-36). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hargreaves, A. (1994). Development and desire – A postmodern perspective. Paper presented at *the Annual Meeting of the American Educational Research Association*. New Orleans, April 1994. <<http://eric.ed.gov/?id=ED372057>>
- Hargreaves, A. (1998). *Os professores em tempos de mudança. O trabalho e a cultura dos professores na idade pós-moderna*. Alfragide: Editora McGraw-Hill de Portugal.
- Harlen, W. (Ed.) (1987). *Primary science, taking the plunge*. London: Heinemann Educational Books.
- Harlen, W. (1997). *The teaching of science in primary schools*. London; David Fulton Publishers.
- Harrison, J., & Yaffe, E. (2009). Teacher educators and reflective practice. In A. Swennen & M. van der Klink (Eds). *Becoming a teacher educator. Theory and practice for teacher educators* (pp. 145-161). Dordrecht: Springer.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3(4), 383-396.
- Hewson, P.W. (2007). Teacher professional development in science. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1179-1202). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hewson, P.W., & Hewson, M. (1989). Analysis and use of a task for identifying conceptions of teaching science. *Journal of Education for Teaching*, 15(3), 191-209.
- Hodson, D. (1988). Toward a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72, 19-40.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71(256), 33-40.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85-142.
- Hodson, D. (1998). Science Fiction: the continuing misrepresentation of science in the school curriculum. *Curriculum Studies*, 6(2), 191-216.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future: Building a curriculum for social activism*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodson, D. (2014). Nature of science in the science curriculum: Origin, development, implications and shifting emphases. In M.R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 911-970). Dordrecht: Springer.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607.

- Jenkins, E. W. (2013). The 'nature of science' in school curriculum: The great survivor. *Journal of Curriculum Studies*, 45(2), 132-151.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Jones, M.G., & Carter, G. (2007). Science teacher attitudes and beliefs. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1067-1104). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Keeley, P., Eberle, F., & Farrin, L. (2005). *Uncovering students' ideas in science*, vol. 1. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Khine, M. S. (Ed.) (2012). *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies*. Dordrecht: Springer.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 551-578.
- Khishfe, R., & Lederman, N.G. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 395-318.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.
- Knorr-Cetina, K. (1981). *The manufacture of knowledge. An essay on the constructivist and contextual nature of science*. Oxford: Pergamon Press.
- Knorr-Cetina, K. (1999). A comunicação na ciência. In F. Gil (Coord.), *A ciência tal qual se faz* (pp. 375-393). Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- Kosso, P. (2009). The large-scale structure of scientific method. *Science & Education*, 18, 33-42.
- Kuhn T. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. France: Flammarion. [Tradução da obra original, *The structure of scientific revolutions* (2ª ed). Chicago: The University of Chicago Press.]
- Kuhn, T. (1989). *A tensão essencial*. Lisboa: Edições 70.
- Lakatos, I. (1998). *História das ciências e suas reconstruções racionais*. Lisboa: Edições 70.
- Lakatos, I. (1999). *Falsificação e Metodologia dos Programas de Investigação Científica*. Lisboa: Edições 70.
- Latour, B. (1987). *Science in action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1979). *La vie de laboratoire: La production des faits scientifiques*. Paris: Éditions La Découverte.
- Laudan, L. (1984). *Science and values. The aims of science and their role in scientific debate*. Berkeley: University of California Press.
- Leach, J., Millar, R., Ryder, J., & Sere, M-G. (2000). Epistemological understanding in science learning: The consistency of representations across contexts. *Learning & Instruction*, 10, 497-527.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Kim, B. S., & Ko, E. K. (2012). Teaching and learning of nature of science and scientific inquiry: Building capacity through systematic research-based professional development. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 125-152). Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4) 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, B. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497-521.
- Lederman, N. G., Bartos, S. A., & Lederman, J.S. (2014). The development, use, and interpretation of nature of science assessments. In M.R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp.971-997). Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Is nature of science going, going, going, gone? *Journal of Science Teacher Education*, 25, 235-238.

-
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2015). The status of preservice science teacher education: A global perspective. *Journal of Science Teacher Education*, 26, 1-6.
- Lederman, N. G., & O'Malley, M. (1990). Students' perceptions of tentativeness in science: development, use, and sources of change. *Science Education*, 74, 225-239.
- Lederman, N. G., Schwartz, R., Abd-El-Khalick, F., & Bell, R. L. (2001). Preservice teachers' understanding and teaching of nature of science: An intervention study. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(2), 135-160.
- Leite, C., & Fernandes, P. (2010). Desafios aos professores na construção de mudanças educacionais e curriculares: que possibilidades e que constrangimentos? *Educação*, 33(3), 198-204.
- Leite, C., & Ramos, K. (2012). Formação para a docência universitária: uma reflexão sobre o desafio de humanizar a cultura científica. *Revista Portuguesa de Educação*, 25(1), 7-27.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Orgs.), *Cadernos Didáticos de Ciências – Volume 1* (pp. 77-96). Lisboa: Ministério da Educação.
- Lévy-Leblond, J.-M. (1984). *L'Esprit de sel*. Paris: Le Seuil.
- Lijnse, P. (2000). Didactics of science: the forgotten dimension in science education research? In R., Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving science education. The contribution of research* (pp. 308-326). Buckingham: Open University Press.
- Lincon, Y., & Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Ludlow, L., Mitescu, E., Pedulla, J., Cochran-Smith, M., Cannady, M., Enterline, S., & Chappe, S. (2010). An accountability model for initial teacher education. *Journal of Education for Teaching*, 36(4), 353-368.
- Luneta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In N. Lederman & S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 393-441). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), pp. 28-39.
- Martins, I. P. (2014). Políticas públicas e formação de professores em educação CTS. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 50-62.
- Martins, I. P. (2015). Formação inicial de professores: Um debate inacabado. In CNE (Org.), *Formação inicial de professores* (pp. 176-190). Lisboa: CNE.
- Martins, I., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Sá, P., Rodrigues, A. V., Teixeira, F., Couceiro, F. Veiga, L., & Neves, C. (2012). *Relatório final do Projeto. Avaliação do Impacte do Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências: Um estudo de âmbito nacional*. Lisboa: MEC-DGE.
- 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.
- Martins, I., Veiga, L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A. V., & Couceiro, F. (2007). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores* (2ª ed.). Lisboa: ME-DGIDC.
- Matos, M., & Morais, A. M. (2004) Trabalho experimental na aula de ciências físico-químicas do 3º ciclo do ensino básico: Teorias e práticas dos professores. *Revista de Educação*, XII (2), 75-93.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge, New York.
- Matthews, M. R. (2009a). Science, worldviews and education: An introduction. *Science & Education*, (18), 641-666.
- Matthews, M. R. (Ed.). (2009b). *Science, worldviews and education*. Dordrecht: Springer.
- Matthews, M. R. (2012a). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 3-26). Dordrecht: Springer.
- Matthews, M. R. (2012b) Philosophical and pedagogical problems with constructivism in science education. *Tréma* 38, 40-55.
- Matthews, M. R. (2014) (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Dordrecht: Springer.
- McComas, W. F. (1996). Ten myths of science: Reexamining what we think we know about the nature of science. *School Science and Mathematics* 96, 10-16.

- McComas, W. F. (1998a). A thematic introduction to the nature of science: The rational and content of a course for science educators. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (pp. 211-222). Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W. F. (1998b). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (pp. 53-70). Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W. F. (2014) Nature of science in the science curriculum and in teacher education programs in the United States. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1993-2022). Dordrecht: Springer.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41-52). Dordrecht: Kluwer.
- McDonald, C. V. (2008). *Exploring the influence of a science content course incorporating explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia. Recuperado em 2011, janeiro 23, de <http://eprints.qut.edu.au/26330/1/Christine_McDonald_Thesis.pdf>.
- McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164.
- McMullin, E. (1982). Values in science. In P. Asquith & T. Nickles (Eds.), *PSA 1982 II. Proceedings of the 1982 biennial meeting of the philosophy of science association: Symposia* (pp. 3-28), East Lansing, Mich: Philosophy of Science Association. Recuperado em 2010, dezembro 5, de <<http://www.jstor.org/stable/192409>>.
- Meadows, J. (Ed.) (1987). *The history of scientific discovery: The story of science told through the lives of twelve great scientists*. Oxford: Phaidon.
- Mellado, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82, 197-214.
- Michaels, S., Shouse, A. W., & Scheingruber, H. A. (2008) *Ready, set, science: Putting research to work in K-8 science classrooms*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Miles, M.B., & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks: Sage.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000*. London: King's College.
- Miranda C., & Saraiva, L. (1988). Sistemas Naturais e Sociais – uma tentativa de integração na formação inicial de professores. *Aprender*, 6, 42-45.
- Monteiro, A., Leite, C., & Lima, L. (2013). Quality of blended learning within the scope of the Bologna Process. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(1), 108-118. Recuperado em 2015, maio 25, de <<http://eric.ed.gov/?id=EJ1008873>>.
- Morais, A. M. (2002). Práticas pedagógicas na formação inicial e práticas dos professores. *Revista de Educação*, XI(1), 51-59.
- Morais, A. M., & Miranda, C. (1995). O contexto de avaliação em ciências: Estudo da influência de factores sociológicos. *Revista Portuguesa de Educação*, 8(2), 37-67.
- Morais, A.M., & Neves, I.P. (2001). Pedagogic social contexts: Studies for a sociology of learning. In A. Morais, I. Neves, B. Davies & H. Daniels (Eds.), *Towards a sociology of pedagogy: The contribution of Basil Bernstein to research* (pp. 185-221). Nova Iorque: Peter Lang.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2003). Processos de intervenção e análise em contextos pedagógicos. *Educação, Sociedade & Culturas*, 19, 49-87.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2004). *História do ESSA*. Recuperado em 2015, setembro 19, de <http://essa.ie.ulisboa.pt/oquee_historia_texto.htm>.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2005). Os professores como criadores de contextos sociais para a aprendizagem científica: Discussão de novas abordagens na formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 18(2), 153-183.

-
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2007a). A teoria de Basil Bernstein: Alguns aspetos fundamentais. *Revista Práxis Educativa*, 2(2), 115-130.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2007b). Fazer investigação usando uma abordagem metodológica mista. *Revista Portuguesa de Educação*, 20(2), 75-104.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2009). Textos e contextos educativos que promovem aprendizagem. Optimização de um modelo de prática pedagógica. *Revista Portuguesa de Educação*, 22(1), 5-28.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2012). Estruturas de conhecimento e exigência conceptual na educação em ciências. *Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63-88.
- Morais, A. M., Neves, I. P., & Ferreira, S. (2014). Enquadramento teórico e metodológico. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp. 25-46). Lisboa: Edições Sílabo.
- Morais, A. M., Neves, I. P., & Ferreira, S. (Eds.) (2014). *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Neumann, K., Fisher, H., & Kauertz, A. (2010). From PISA to educational standards: The impact of large-scale assessments on science education in Germany. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 545-563.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (2000). Política educativa e orientações programáticas: Análise da educação científica em dois períodos socio-políticos. *Revista de Educação*, IX (1), 93-109.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (2006). Processos de recontextualização num contexto de flexibilidade curricular – Análise da actual reforma das ciências para o ensino básico. *Revista de Educação*, XIV(2), 75-94.
- Neves, I. P., Morais, A. M., & Afonso, M. (2004). Teacher training contexts: Study of specific sociological characteristics. In J. Muller, B. Davies & A. Morais (Eds.), *Reading Bernstein, Researching Bernstein* (Cap. 12). Londres: Routledge & Falmer.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1999). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano.
- Nóvoa, A. (1992). Formação de professores e profissão docente. In A. Nóvoa (Coord.). *Os professores e a sua formação* (pp. 15-33). Lisboa: Publicações Dom Quixote e Instituto de Inovação Educacional.
- NRC (National Research Council). (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (2007). *Enhancing professional development for teachers: Potential uses of information technology*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC (National Research Council). (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- OECD (2000). *Measuring student knowledge and skills: The PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris: Autor.
- OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy – A framework for PISA 2006*. Paris: Autor.
- OECD (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments. First Results from TALIS*. Paris: OECD. Recuperado em 2012, julho 11, de <<http://www.oecd.org/dataoecd/17/51/43023606.pdf>>.
- OECD (2010). *PISA 2009. Assessment framework - key competencies in reading, mathematics and science*. Recuperado em 2011, janeiro 15, de <<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf>>.
- Onwuegbuzie, A. J., & Teddlie, C. (2003). A framework for analyzing data in mixed methods research. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 351-383). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 177-196.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. A report to the Nuffield Foundation. Recuperado em 2010, novembro 21, de <<http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/01/32/03/SciEdinEuropeReportFinal2.pdf>>.

- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Education*, 41(10), 994-1020.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1097.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. Londres: Heinemann.
- Osborne, R., & Wittrock, M. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Pacheco, J. A. (2011). *Discursos e lugares das competências em contextos de educação e formação*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. A., & Pestana, T. (2014). Globalização, aprendizagem e trabalho docente: análise das culturas de performatividade. *Educação*, 37(1), 24-32.
- 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(1), 69-77.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Palma, S. (2009). Creencias curriculares y creencias de actuación curricular de los profesores de ciencias chilenos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8-2.
- Patton, M. (2001). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (2ª ed.). Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Pereira, A. (2002). *Educação para a ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pereira, C., & Amador, F. (2007). A história da ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 191-216.
- Pereira, M. (Coord.) (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pintassilgo, J., & Pedro, L. C. (2012). As disciplinas de Didáctica nas Escolas do Magistério Primário. Reflexões em torno do currículo da formação de professores. Comunicação apresentada ao XIX Colóquio da Secção Portuguesa da AFIRSE – Revisitar os Estudos Curriculares: onde estamos e para onde vamos? Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Pires, D. (2001). *Práticas pedagógicas inovadoras em educação científica - Estudo no 1º ciclo do ensino básico*. Tese de Doutoramento em Educação (Didáctica das Ciências), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Pires, D., Morais, A. M. & Neves, I. P. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade: Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, XII(2), 119-132.
- Pombo, O. (1998). *Apontamentos sobre o conceito de epistemologia e o enquadramento categorial da diversidade de concepções de ciência* (documento em linha). Recuperado em 2011, fevereiro 7, de <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/investigacao/cat_epist.htm>
- Pombo, O. (s.d). *A ciência e as ciências* (documento em linha). Recuperado em 2012, junho 21, de <<http://cfc.ul.pt/biblioteca/online/pdf/olgapombo/acencienciencias.pdf>>
- Ponte, J. P. (2006). Os desafios do Processo de Bolonha para a formação inicial de professores. *Revista da Educação*, XIV(1), 19-36.
- Popper, K. (1972). *A lógica da descoberta científica*. São Paulo: Cultrix.
- Popper, K. (1989). *Em busca de um mundo melhor*. Lisboa: Editorial Fragmentos.
- Popper, K. (2003). *Conjecturas e refutações*. Coimbra: Almedina.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Pozo, J. I., & Crespo, M. A. (2009). *A aprendizagem e o ensino das ciências. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico* (5ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Prigogine, I. (1996). *La fin des certitudes*. Paris: Éditions Odile Jacob.
- Quintanilha, A. (2002). Prefácio. In Ruse, M. (2002). *O mistério de todos os mistérios* (pp. 9-12). Lisboa: Quasi Edições.
- Ratcliff, M. (2001). Science, Technology and Society in school science education. *School Science Review*, 82(300), 83-92.

-
- Reid, D. J., & Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea, S.A. Ediciones.
- Reis, P., & Galvão, C. (2004). The impact of socio-scientific controversies in portuguese natural science teachers' conceptions and practices. *Research in Science Education*, 34(2), 153-171.
- Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., Pozo, R., & Harres, J. (2010). The progression of prospective primary teachers' conceptions of methodology of teaching. *Research in Science Education*. doi: 10.1007/s11165-010-9188-z.
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 729-780). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo V. (High Level Group on Science Education) (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Roldão, M. C. (2007). Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional. *Revista Brasileira de Educação*, 12(34), 94-103.
- Roseiro, A. H. (2009). *Factores psicossociais de motivação nos cientistas. Um estudo de caso no Instituto Gulbenkian de Ciência*. Tese de mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Economia e Gestão.
- Roth, W-M., Goulart, M. I., & Plakitsi, K. (2013). Science education during early childhood. A cultural-historical perspective. *Cultural Studies of Science Education*. doi: 10.1007/978-94-007-5186-6_8.
- Ruivo, J., & Mesquita, H. (2010). Becoming a teacher in Portugal - Pre-service teacher's training: a review. In K. G. Kkarras & C.C. Wolhuter (Eds), *International handbook of teacher education world-wide issues and challenges*. Vol. 1 (pp.429-448). Athens: Atrapos Editions.
- Ruse, M. (2002). *O mistério de todos os mistérios*. Lisboa: Quasi Edições.
- Russel, T., & Martin, A. K. (2007). Learning to teach science. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp.1151-1178). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.
- Rutherford, F.J., & Ahlgren, A. (1989). *Science for all Americans*. Oxford: Oxford University Press.
- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching* 36(2), 201-219.
- Sá, J. (2002). *Renovar as práticas no 1º ciclo pela via das Ciências da Natureza* (2ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Sá, J. & Varela, P. (2007). *Das ciências experimentais à literacia. Uma proposta didáctica para o 1º ciclo*. Porto: Porto editora.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sanches, M. F. (2014). Ser professor nas escolas de 'Abril': Contextos e textos da práxis revolucionária. In Pintassilgo, J. (Org.) (2014). *O 25 de Abril e a Educação: discursos, práticas e memórias docentes*. Lisboa: Edições Colibri.
- Santos, A. (2010). *Formação Inicial de Professores de Ciências. Estudo de práticas pedagógicas e de aprendizagens*. Tese de Mestrado em Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Santos, M. E. (1991). *Mudança Conceptual na Sala de Aula. Um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. (1998). *Ciência/tecnologia/sociedade: Respostas curriculares a mudanças no ethos da ciência*. Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa.
- Santos, M. E. (2005a). Perspectivas de âmbito epistemológico para um enfoque didáctico CTS. In P. Membiela y Yolanda Padilla. *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI*, (pp. 23-26). Educación Editora. Recuperado em 2011, fevereiro, 11 de <<http://webs.uvigo.es/educacion.editora/>>.
- Santos, M. E. (2005b). *Que educação? (Tomo I)*. Lisboa: Santos-Edu.
- Schleicher, A. (2012) (Ed.). *Preparing teachers and developing school leaders for the 21st century: Lessons from around the world*. OECD Publishing. Recuperado em 2014, novembro 7, de <<http://www.oecd.org/site/eduistp2012/49850576.pdf>>.
- Schön, D. (1991). *The reflective practitioner. How professionals think in action* (2ª ed.). Bruckfield, Vermont: Gower Publishing Company.

- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick (2012). A series of misrepresentations: A Response to Allchin's whole approach to assessing nature of science understandings. *Science Education*, 96(4), pp. 685-692.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Thompson, R. (2001). Grade nine students' views of nature of science and scientific inquiry: The effects of an inquiry-enthusiast's approach to teaching science as inquiry. Paper presented at the *annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, St. Louis, MO.
- Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Students conceptions and conceptual learning in science. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 31-56). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sequeira, M. & Leite, L. (1991). Alternative conceptions and the history of science in physics teacher education. *Science Education*, 75(1), 45-56.
- Shulman, L. S. (1986a). Paradigms and research programmes in the study of teaching. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 9-94). New York: MacMillan Publishing Company.
- Shulman, L. S. (1986b). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S., & Shulman, J. (2004). How and what teachers learn: a shifting perspective. *Journal of Curriculum Studies*, 36(2), 257-271.
- Silva, P. (2010). *Materiais curriculares e práticas pedagógicas no 1º ciclo do ensino básico. Estudo de processos de recontextualização e suas implicações na aprendizagem científica*. Tese de doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Silva, P., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2006). *Instrumento 2.2.15. Análise do currículo do 1º Ciclo do Ensino Básico (Ciências): Contexto instrucional - O como*. Recuperado em 2011, junho 2, de: <http://essa.ie.ul.pt/ficheiros/instrumentos/portugues/4_formacao_de_professores/4.1.questionarios_entrevistas/4.1.10.pdf>.
- Silva, P., Morais, A. M. & Neves, I. P. (2013a). Materiais curriculares, práticas e aprendizagens: Estudo no contexto das ciências do 1º Ciclo do Ensino Básico. *Revista Práxis Educativa*, 8(1), 133-172.
- Silva, P., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2013b). O currículo de ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico. Estudo de (des)continuidades na mensagem pedagógica. *Revista Portuguesa de Educação*, 26(1), 179-217.
- Silverman, D. (2001). *Interpreting qualitative data: methods for analysing talk, text and interaction* (2ª ed.). Thousand Oaks: Sage.
- Simonneaux, L. (2014). Questions socialement vives and socio-scientific issues: New trends of research to meet the training needs of postmodern society. In C. Bruguière, A., Tiberghien e P. Clément (Eds.), *Topics and Trends in Current Science Education: 9th ESERA Conference Selected Contributions* (pp. 37-54). Dordrecht: Springer.
- Skilbeck, M./OCDE (1992). *A reforma dos programas escolares*. Rio Tinto: Edições ASA.
- Smith, M. U., & Scharmann, L. C. (2008). A multi-year program developing an explicit reflective pedagogy for teaching preservice teachers the nature of science by ostention. *Science & Education*, 17(2-3), 219-248.
- Solomon, J. (1988). The dilemma of science, technology and society education. In P. J. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education* (pp.266-281). New York: Falmer Press.
- Solomon, J. (1999). Meta-scientific criticisms, curriculum innovation and the propagation of scientific culture. *Journal of Curriculum Studies*, 31(1), 1-15.
- Solomon, J. (2002). Changes to science education: Where next? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 25-30.
- Sousa, M. (1992). Procedimentos Experimentais: sobre Cozinheiros-Chefes e Cientistas, In *A Ciência como Cultura*, Colóquio promovido pelo Presidente da República (pp. 92-102). Lisboa: INCM.

-
- Southerland, S. A., Golden, B., & Enderle, P. (2012). The bounded nature of science: An effective tool in an equitable approach to the teaching of science. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 75-96). Dordrecht: Springer.
- Stake, R. E. (2009). *A arte da investigação com estudos de caso* (2ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Sullenger, K., & Turner, S. (1998). Nature of science: Implications for education. Undergraduate course for prospective teachers. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (pp. 243-253). Dordrecht: Kluwer.
- Swennen, A., Shagrir, L., & Cooper, M. (2009). Becoming a teacher educator: Voices of beginning teacher educators. In A. Swennen & M. van der Klink (Eds). *Becoming a teacher educator. Theory and practice for teacher educators* (pp. 91-102). Dordrecht: Springer.
- Tardif, M., & Lessard, C. (2004). *La profession d'enseignant aujourd'hui. Evolutions, perspectives et enjeux internationaux*. Québec/Belgique: Presses de l'Université Laval/de Boeck.
- Tashakkori, A., & Creswell, J. W. (2007). The new era of mixed methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 3-7.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2003). The past and future of mixed methods research: from data triangulation to mixed model designs. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 671-702). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2008). Quality of inferences in mixed methods research: Calling for an integrative framework. In M. M. Bergman (Ed.), *Advances in mixed methods research* (pp.101-119). London: Sage.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2006) A General Typology of Research Designs Featuring Mixed Methods. *Research in the Schools*, 13(1), 12-28.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Teddlie, C., & Yu, F. (2007). Mixed methods sampling: A typology with examples. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 77-100.
- Treagust, D., & Duit, R. (2009). Multiple perspectives of conceptual change in science and the challenges ahead. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 32(2), 89-104.
- Tuckman, B. W. (2012). *Manual de investigação em Educação. Metodologia para conceber e realizar o processo de investigação científica*. (4ª ed. atualizada). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- UNESCO (1999). *Ciência para o século XXI - Um novo compromisso*. Recuperado em 2007, fevereiro 20, de <<http://www.unesco.org/science/wcs>>.
- UNESCO (2004). *Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação*. Brasília: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, Representação no Brasil. Acedido em 2009, setembro 6, em <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf>>.
- UNESCO (2014). *Position paper on education pós-2015*. Recuperado em 2015, junho 4, de <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002273/227336E.pdf>>.
- Van Aalderen-Smeets, S. I., van der Molen, J. H., & Asma, L. J. F. (2012). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education*, 96(1), 158-182.
- Van Fraassen, B. C. (1980). *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press.
- Van Fraassen, B. C. (2001). Constructive empiricism now. *Philosophical Studies*, 106, 151-170.
- Vázquez, A., Acevedo, J., & Manassero, M. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado em 2009, julho 10, de <<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>>.
- Vázquez, A., & Manassero, M. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 417-441.
- Vázquez, A., Manassero, M., & Acevedo, J. (2006). An analysis of complex multiple-choice science-technology-society items: Methodological development and preliminary results. *Science Education*, 90, 681-706.
- Vázquez, A., Manassero, M., Acevedo, J., & Acevedo, P. (2008). Consensos sobre a natureza da ciência: A ciência e a tecnologia na sociedade. *Química Nova na Escola*, 27, 34-50.

- Vieira, R. (2005). Os Institutos Politécnicos, as Escolas Superiores de Educação e a Declaração de Bolonha. In J. P. Serralheiro. (Org). *O Processo de Bolonha e a formação dos educadores e professores portugueses* (pp. 103-107). Porto: Profedições, Lda.
- Vieira, R. M., & Martins, I. P. (2005). Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. *Revista CTS*, 6(2), 101-121.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). *A educação em ciências com orientação CTS. Atividades para o ensino básico*. Porto: Areal Editores, S.A.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual change research; An introduction. In S. Vosniadou, (Ed.) (2013). *The international handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge. Consultado em 2015, maio 17, <<https://books.google.pt/books?id=kekAAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=The+international+handbook+of+research+on+conceptual+change&hl=>>.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Ed. M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wong, S. L., & Hodson, D. (2009). From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. *Science Education*, 93(1), 109-130.
- Yacoubian, H., & BouJaoud, S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (10), 1229-1252.
- Yilmaz-Tuzun, O. (2008). Preservice elementary teachers' beliefs about science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 183-204.
- Yin, R.K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th Edition). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Young, M. (2010) *Conhecimento e currículo: Do socioconstrutivismo ao realismo social na sociologia da educação*. Porto, Porto Editora.
- Zabalza, M. (2004). *O ensino universitário: Seu cenário e seus protagonistas*. Porto Alegre: Artmed.
- Zeichner, K. (1993). *A formação reflexiva de professores: Ideias e práticas*. Lisboa: Educa.
- Zeichner, K. (2010). Competition, economic rationalization, increased surveillance, and attacks on diversity: Neo-liberalism and the transformation of teacher education in the U.S. *Teaching and Teacher Education*, 26(8), 1544-1552.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Recuperado em 2013, junho 5, de <<http://ebooks.cambridge.org/ebook.jsf?bid=CBO9780511896576>>.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (1994). The rationale of STS education is in the approach. In J. Solomon & G.S. Aikenhead (Eds). *STS education: International perspectives on reform* (pp. 21-31). New York: Teacher's College Press.
- Ziman, J. (1996a). Is science losing its objectivity? *Nature*, 382, 751-754.
- Ziman, J. (1996b). "Postacademic science": Constructing knowledge with networks and norms. *Science Studies*, 9(1), 67-80.
- Ziman, J. (1999). A ciência na sociedade moderna. In F. Gil (Coord.), *A ciência tal qual se faz* (pp.437- 450). Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- Ziman, J. (2000). *Real Science: What it is and what it means*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (2003). Non-instrumental roles of science. *Science and Engineering Ethics*, 9, 17-27.

Legislação

Decreto-Lei n.º 32.243/42, de 5 de setembro (Diário do Governo n.º 208, Série I).

Decreto-Lei n.º 427-B/77, de 14 de outubro (DR n.º 238, 2.º supl., Série I).

Decreto-Lei n.º 59/86, de 21 de março (DR n.º 167, Série I).

Decreto-Lei n.º 344/89, de 11 de outubro (DR n.º 234, Série I).

Decreto-Lei n.º 240/2001, de 30 de agosto (DR n.º 201, Série I-A).

Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março (DR n.º 60, Série I-A).

Decreto-Lei n.º 43/2007, de 22 de fevereiro (DR n.º 38, Série I).

Decreto-Lei n.º 107/2008, de 25 de junho (DR n.º 121, Série I).

Decreto-Lei n.º 79/2014, de 14 de maio (DR n.º 92, Série I).

Despacho n.º 19575/2006, de 25 de setembro (DR n.º 185, Série II).

Despacho n.º 2143/2007, de 9 de fevereiro (DR n.º 29, Série II).

Despacho n.º 17169/2011, de 23 de dezembro (DR n.º 245, Série II).

Lei n.º 46/86, de 14 de outubro (DR n.º 237, Série I).

Lei n.º 115/97, de 19 de setembro (DR n.º 217, Série- I A).

Portaria n.º 352/86, de 8 de julho (DR n.º 154, Série I).

APÊNDICES

APÊNDICE 1

PEDIDOS A SOLICITAR A COLABORAÇÃO NO ESTUDO



Exmo. Senhor(a) Director(a)
da Escola Superior de Educação

██

Lisboa, 06 de Maio de 2011

Na sequência do contacto efectuado com um docente dessa instituição, vimos por este meio solicitar a V. Exa. que se digne autorizar a implementação de uma investigação educacional, no âmbito do curso de Licenciatura em Educação Básica.

Esta investigação será realizada pela investigadora Leonor Saraiva, docente do ██ da Escola Superior de Educação ██ ██ no âmbito do seu projecto de Doutoramento em Educação, na especialidade de Didáctica das Ciências, que frequenta no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, sob orientação da Prof. Doutora Isabel Pestana Neves.

O estudo centra-se na formação científico/pedagógica dos estudantes da referida Licenciatura e incluirá a solicitação de resposta a um questionário aos(às) estudantes, no final do 2º ano da referida Licenciatura (Junho/Setembro de 2011) e, novamente, no final do 3º ano do curso e incluirá também a observação de aulas na unidade curricular (UC) de cariz didáctico da área de docência do Estudo do Meio (3º ano) no ano lectivo de 2011/12, com registo áudio e/ou vídeo das actividades em curso nessa UC.

Certa de que V. Exa. considera a relevância do estudo no quadro da formação dos futuros educadores e professores do ensino básico, bem como o contributo que esse estudo pode dar à investigação educacional, agradecemos a disponibilidade e cooperação que vier a ser prestada.

A orientadora da tese de doutoramento,

Prof.^a Doutora Isabel Pestana Neves



Exmo. Senhor Director
da Escola Superior de Educação de ____

Lisboa, 26 de Setembro de 2011

Na sequência de um contacto efectuado com uma docente dessa instituição, vimos por este meio solicitar a V. Exa. a colaboração da ESE de ____ no contexto de uma investigação educacional que está a ser realizada no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, sob minha orientação, pela investigadora Leonor Saraiva (docente [REDACTED]), da Escola Superior de Educação do [REDACTED]), no âmbito do seu projecto de Doutoramento em Educação, na especialidade de Didáctica das Ciências.

Essa investigação, centrada na formação científico/pedagógica dos estudantes que frequentam o curso de Licenciatura em Educação Básica, pretende, entre outros aspectos, analisar as concepções, sobre ciência e ensino das ciências, dos estudantes que frequentam a referida Licenciatura e, com esse objectivo, incluirá a solicitação de resposta a um questionário a aplicar no início do 3º ano do curso.

Certa de que V. Exa. considera a relevância do estudo no quadro da formação dos futuros educadores e professores do ensino básico, bem como o contributo que esse estudo pode dar à investigação educacional, agradecemos a disponibilidade e cooperação que vier a ser prestada no sentido de se concretizar, na Instituição que dirige, a aplicação do questionário.

A orientadora da tese de doutoramento,

Prof.^a Doutora Isabel Pestana Neves



Exma. Senhora Diretora
da Escola Superior de Educação de _____

Lisboa, 31 de outubro de 2011

Vimos por este meio solicitar a V. Exa. algumas informações no contexto de uma investigação educacional que está a ser realizada no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, sob minha orientação, pela investigadora Leonor Saraiva (docente [REDACTED] da Escola Superior de Educação [REDACTED]), no âmbito do seu projeto de Doutoramento em Educação, na especialidade de Didática das Ciências.

Essa investigação, centrada na formação científico/pedagógica dos estudantes que frequentam o curso de Licenciatura em Educação Básica, pretende, entre outros aspetos, analisar as conceções, sobre ciência e ensino das ciências, dos estudantes que frequentam a referida Licenciatura e, com esse objetivo, inclui um inquérito a estudantes do curso. Para delimitar a amostra de estudantes a inquirir, necessitamos de saber o número total de estudantes inscritos no 3º ano da Licenciatura em Educação Básica nas ESEs de Portugal continental.

Assim, solicitamos a V. Exa. que nos faculte o número total de estudantes que estão a frequentar, no presente ano letivo (2011/2012), o 3º ano da Licenciatura em Educação Básica na ESE de _____. A informação que procuramos, refere-se apenas aos estudantes que iniciaram o curso nessa escola em 2009/2010, ficando excluídos os repetentes e os que entraram mais tarde por transferências, reingressos ou mudanças de curso.

A orientadora da tese de doutoramento,

Prof.^a Doutora Isabel Pestana Neves



Exmo. Senhor Director
da Escola Superior de Educação de ____

Lisboa, 31 de outubro de 2011

Na sequência do contacto já efetuado com a Instituição que V. Exa. dirige, vimos alargar o pedido de colaboração da ESE de ____ no contexto da investigação educacional que está a ser realizada no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, sob minha orientação, pela investigadora Leonor Saraiva, no âmbito do seu projeto de Doutoramento em Educação, na especialidade de Didática das Ciências.

Nessa investigação, centrada na formação científico/pedagógica dos estudantes que frequentam o curso de Licenciatura em Educação Básica, pretende-se não só analisar as concepções, sobre ciência e ensino das ciências, dos estudantes que frequentam a referida Licenciatura (objectivo já concretizado, com a aplicação de um questionário), como analisar programas, materiais de aprendizagem e de avaliação relativos a disciplinas da área de docência do Estudo do Meio. De forma a satisfazer este último objectivo, solicita-se a possibilidade de a investigadora ter acesso aos programas e materiais das disciplinas dos 3 anos da LEB.

Certa de que V. Exa. não verá qualquer inconveniente relativamente a mais este pedido, agradecemos a disponibilidade e cooperação que vier a ser prestada no sentido de se concretizar, na Instituição que dirige, o acesso aos materiais referidos.

A orientadora da tese de doutoramento,

Prof.^a Doutora Isabel Pestana Neves

Lisboa, 15 de fevereiro de 2012

Cara/o estudante,

No âmbito dos seus trabalhos do Programa de Doutoramento em Educação, na especialidade de Didática das Ciências, a professora Leonor Saraiva vai iniciar a parte do estudo a desenvolver na Unidade Curricular de Introdução à Didática do Estudo do Meio, com a anuência do docente, [REDACTED]

No seguimento da auscultação que a professora vos fez no início do 2º semestre do presente ano letivo, em relação à vossa participação no estudo, vimos solicitar a vossa concordância na participação de todas as atividades letivas e de avaliação da referida UC e autorização para que a professora Leonor Saraiva possa gravar todas as aulas, em áudio e/ou vídeo, e as atividades em que seja visível o vosso trabalho, nomeadamente durante a realização e apresentação das investigações experimentais que irão desenvolver em trabalho autónomo.

Agradecendo a atenção,

A Orientadora da investigação

(Prof.^a Doutora Isabel Pestana Neves)

.....
(Por favor, recorte e devolva esta parte preenchida ao docente)

(nome) _____, aluna/o do 3º ano da Licenciatura em Educação Básica da ESE de _____ e frequentando a Unidade Curricular Introdução à Didática do Estudo do Meio, declaro que aceito participar nas atividades necessárias ao desenvolvimento do estudo, inclusive nas que forem gravadas em suporte áudio e/ou vídeo.

Assinatura: _____

Data: ___ / ___ / _____

APÊNDICE 2

QUESTIONÁRIO

Questionário

Este questionário faz parte de uma investigação relacionada com o ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade e destina-se aos e às estudantes da Licenciatura em Ensino Básico. É constituído por três partes (I, II e III) com finalidades distintas mas essenciais, no seu conjunto, para o desenvolvimento do estudo.

Atendendo à extensão do questionário, haverá duas sessões de preenchimento: uma dedicada às Partes I e II e a outra à Parte III. O estudo prevê voltarmos a inquiri-lo(a) sobre os mesmos assuntos num outro momento do seu percurso académico. O questionário não é anónimo pois necessitamos da sua identificação pessoal para voltarmos a aplicá-lo. Não tendo este instrumento qualquer função avaliativa, já que não há respostas corretas ou incorretas, o anonimato encontra-se preservado e é garantida a confidencialidade dos dados. Agradecemos a sua colaboração e solicitamos-lhe que responda a todos os itens exprimindo o que realmente pensa.

Parte I - Dados gerais

Solicita-se que nos itens de opção assinale com um X, no respetivo, o que corresponde ao seu caso. Em todos os outros itens, deve responder de acordo com a informação ou opinião pedida. Use o verso da folha se necessário.

1. Dados pessoais

1.1. Nome _____

1.2. Idade _____

1.3. Género F M

2. Dados escolares

2.1 - Curso que frequentou antes de entrar no Ensino Superior:

a) No Ensino Secundário Curso _____

b) Equivalente Curso _____

2.2 - Indique a(s) disciplina(s) do ensino secundário que lhe deram acesso à Licenciatura em Educação Básica:

2.3- É a primeira vez que frequenta um curso de Ensino Superior? Sim Não

2.3.1- Se respondeu Não, indique o nome do curso e a Instituição onde o frequentou:

2.4- Em que opção fez a escolha da Licenciatura em Educação Básica? 1ª 2ª 3ª

Outra Qual? _____

2.5- Na tabela, a seguir, estão listadas as unidades curriculares da área de docência de Estudo do Meio que integram o 1º e 2º anos do plano de estudos da Licenciatura em Educação Básica na sua ESE. Indique, por favor, a classificação obtida nas unidades curriculares que já frequentou:

Nome da Unidade Curricular	Classificação obtida

2.6- Qual dos domínios de formação profissional é que pretende frequentar no 2º ciclo de estudos (mestrado)? Indique-os por ordem de preferência (1º, 2º, 3º, 4º):

<input type="checkbox"/>	Domínio 1 (Educador de infância)
<input type="checkbox"/>	Domínio 2 (Professor do 1º Ciclo do EB)
<input type="checkbox"/>	Domínio 3 (Educador de infância e Professor do 1º Ciclo do EB)
<input type="checkbox"/>	Domínio 4 (Professor do 1º e 2º Ciclos do EB)

2.6.1- Justifique a sua escolha:

3. Outros dados

3.1- Costuma ler revistas e/ou livros de divulgação científica? Sim Não

3.1.1- Se respondeu Sim, indique o tema ou temas que mais interesse lhe desperta(m) e porquê.

3.2- Já visitou museus/centros/exposições de ciência e tecnologia:

Nunca Raras vezes Algumas vezes Com frequência Com muita frequência

3.3- Costuma ver programas de divulgação científica na televisão? Sim Não

3.3.1- Se respondeu Sim, indique o(s) tema(s) que mais interesse lhe desperta(m) e porquê.

3.4- Costuma fazer pesquisas na internet sobre assuntos de ciência e/ou tecnologia? Sim Não

3.4.1- Se respondeu Sim, indique o assunto(s) que mais interesse lhe desperta(m) e porquê.

3.5- Já assistiu a palestras/conferências/seminários sobre temas científicos? Sim Não

3.5.1- Se respondeu Sim, indique o local (locais) onde decorreu(ram) e os assuntos apresentados.

3.6- Já realizou algum curso/estágio num laboratório científico/tecnológico? Sim Não

3.6.1- Se respondeu Sim, indique o nome do curso/estágio, o local onde decorreu e a respetiva duração.

3.7- Numa escala de 1 a 5, em que 1 representa o valor mínimo e cinco o valor máximo, como classifica o seu nível de informação sobre:

Assuntos	11	22	33	44	55
3.7.1- As descobertas e invenções científicas e tecnológicas do passado					
3.7.2- As descobertas e invenções científicas e tecnológicas do último meio século					
3.7.3- O modo como os cientistas desenvolvem o seu trabalho investigativo					
3.7.4- A ética profissional que deve estar presente no trabalho dos cientistas					
3.7.5- As características pessoais (atitudes e comportamentos) de um cientista					
3.7.6- As influências da sociedade sobre a investigação científica e tecnológica					
3.7.7- As posições filosóficas sobre a produção do conhecimento científico					
3.7.8- As influências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade					
3.7.9- As posições sociológicas sobre a produção do conhecimento científico					
3.7.10- As influências da ciência e da tecnologia sobre o ambiente natural					

3.8- Indique outro(s) aspeto(s) sobre a ciência e a tecnologia que considere pertinentes no mundo actual e não tenham sido contemplados nas alíneas 3.1 a 3.7.

Parte II

Nesta parte do questionário, pretendemos saber o que pensa sobre alguns aspetos do ensino e da aprendizagem das ciências, na escola, adequados a alunos do 1º ciclo do ensino básico. Assinale com X o seu grau de

concordância ou discordância com cada uma das afirmações listadas na página seguinte. Por favor responda a todas as questões de acordo com aquilo que realmente pensa.

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Discordo totalmente | 4. Concordo parcialmente |
| 2. Discordo parcialmente | 5. Concordo totalmente |
| 3. Indeciso(a) | |

AFIRMAÇÕES	1	2	3	4	5
A. O estudo das ciências é importante para os alunos porque lhes fornece explicações corretas e incontestáveis sobre os fenômenos e acontecimentos do mundo natural. [Mito –DF - a certeza em ciência]					
B. Os alunos devem aprender que o empenho, persistência e coragem com que os cientistas fazem o seu trabalho são importantes para a obtenção de resultados satisfatórios. [DP]					
C. Os alunos devem ter contacto com exemplos de bons e maus usos de descobertas científicas e de processos tecnológicos, de forma a apreciarem os seus impactos na sociedade atual. [DSE]					
D. Os alunos devem realizar atividades experimentais nas aulas de ciências que lhes possibilitem compreender que o conhecimento científico resulta apenas da observação e da experimentação. [Mito – DF]					
E. Os alunos devem vivenciar formas de trabalho cooperativo que contribuam para encararem a produção do conhecimento científico como resultado de um trabalho em equipa. [DSI]					
F. Os alunos devem participar em atividades práticas que coloquem a ênfase no papel que o registo de dados e as medições rigorosas, com instrumentos e unidades adequadas, têm na obtenção de resultados válidos em ciência. [DF]					
G. Os alunos devem analisar situações que mostrem que os cientistas trabalham uns com os outros com o objetivo de chegarem às mesmas conclusões, evitando controvérsias. [Mito – DSI]					
H. Os alunos devem aprender a resolver problemas científicos que contribuam para a compreensão das múltiplas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. [DSE]					
I. Os alunos devem analisar episódios da história das ciências para aprenderem que há mudanças das ideias científicas, sobre os mesmos fenômenos, ao longo do tempo. [DH]					
J. O estudo das ciências tem pouca relevância no 1º ciclo porque os assuntos são difíceis e poucos alunos desta faixa etária conseguem aprender os conceitos e os processos científicos. [Mito - DF]					
K. Os alunos devem estudar exemplos de mudanças das ideias científicas, ao longo do tempo, para aprenderem que o conhecimento é, sobretudo, o resultado da acumulação de dados e evidências. [Mito - DH]					
L. Os alunos devem analisar situações que destaquem a importância da imaginação e da criatividade dos cientistas na busca de explicações sobre a realidade. [DP]					
M. Os alunos devem aprender que os processos, materiais e instrumentos desenvolvidos pela ciência e tecnologia se destinam principalmente a facilitar a vida dos cidadãos. [Mito - DSE]					
N. Os alunos devem analisar situações em que existe discordância entre os cientistas de forma a adquirirem uma visão mais real das condições em que se desenrola o trabalho científico. [DSI]					
O. Os alunos devem conhecer descobertas e invenções científicas que lhes permitam entender que a ciência depende de evidências para apoiar ideias e explicações. [DF]					
P. O estudo das ciências é muito relevante porque fornece aos alunos do 1º ciclo as bases para compreenderem e lidarem com questões importantes do quotidiano. [DSE, promoção da literacia científica]					
Q. Os alunos devem aprender que todos os cientistas, no seu trabalho, são movidos pelo desejo de descoberta e não pelo interesse em se tornarem famosos. [Mito – DP]					
R. Os alunos devem estudar episódios das vidas dos cientistas, de forma a compreenderem que as ideias que eles defendem são influenciadas pela cultura da época em que vivem. [DH]					

Terminou a resposta às duas primeiras partes do questionário.

Data: ___/___/2011

Muito obrigada pela sua colaboração

Parte III

Esta parte do questionário subdivide-se em duas (A e B). Cada uma delas contém uma ou mais questões que se destinam a saber o que pensa sobre a ciência e o trabalho dos cientistas na sociedade atual. **NÃO HÁ RESPOSTAS CERTAS OU ERRADAS.** Leia atentamente todas as afirmações relativas a cada pergunta antes de fazer a sua escolha. Não tenha pressa e, por favor, responda a todas as questões exprimindo as suas ideias sobre cada um dos assuntos. Use o verso da folha se necessário.

A - O conhecimento científico é uma parte do vasto conhecimento humano.

A.1. O que caracteriza o conhecimento científico?

(a) Assinale, com um círculo, a ou as afirmações que pode(m) responder à questão:

- I. É um conjunto de construções racionais, baseadas em factos e em teorias já existentes, que visam explicar a realidade com rigor. [consistência externa]
- II. É um conjunto de construções racionais, sobre fenómenos e acontecimentos, que fornece explicações da realidade para além dos factos estudados. [exatidão preditiva]
- III. É um conjunto de construções racionais que visam explicar a realidade, procurando fornecer pistas para novos estudos e novas linhas de investigação. [fecundidade]
- IV. É um conjunto de construções racionais sobre o mundo natural que explicam a realidade tal como ela é. [mito do conhecimento científico como o único legítimo e objetivo]
- V. É um conjunto de construções racionais, concebidas de uma forma lógica, com um elevado grau de rigor. [coerência interna]
- VI. É um conjunto de construções racionais que procuram descrever e explicar a realidade, englobando um grande número de dados multidisciplinares. [capacidade unificadora]

(b) Justifique as razões da(s) sua(s) escolha(s).

B - O trabalho dos cientistas é frequentemente mal compreendido pela maioria das pessoas embora a atividade científica, como qualquer outra atividade humana, se desenrole em ambientes com características próprias e os seus resultados afetem a vida quotidiana.

B.1. Como se constrói o conhecimento científico?

(a) Assinale, com um círculo, a ou as afirmações que pode(m) responder à questão:

- I. É um processo gradual de acumulação de conhecimentos, publicado em livros e revistas, visando a sua divulgação e utilização por todos os interessados. [DH]
- II. É um processo que envolve a elaboração de explicações sobre o mundo natural a partir da problematização e de diversos procedimentos de investigação. [DF]
- III. É um processo sistemático de experimentação com etapas bem definidas que no seu conjunto constitui o método científico. [mito]
- IV. É um processo que envolve controvérsias, dependentes do contexto e das ideologias da época, na procura de soluções práticas e eficazes para alguns problemas sociais. [DSE]
- V. É um processo que se traduz na partilha e debate de ideias e de resultados entre os cientistas, mas também na competição pelo reconhecimento do valor das explicações propostas. [DSI]
- VI. É um processo que resulta da curiosidade e da capacidade dos cientistas se interrogarem sobre a realidade e da sua persistência e ambição na busca de explicações sobre o mundo natural. [DP]

(b) Justifique as razões da(s) sua(s) escolha(s).

B.2. Quais as características dos processos investigativos conducentes ao conhecimento científico?

(a) Assinale, com um círculo, a ou as afirmações que pode(m) responder à questão:

- I. São procedimentos baseados nas teorias que possuem grande poder explicativo sobre os fenómenos e os acontecimentos naturais. [racionalista]
- II. São procedimentos rigorosos de observação, de medida e de experimentação, associados a uma interpretação dos resultados. [empirista]
- III. São procedimentos de análise crítica do conhecimento, sujeitando-o a ser rejeitado por uma qualquer nova observação ou resultado. [refutação]
- IV. São procedimentos rigorosos e controlados de observação e experimentação para obter os dados que vão permitir descrever e explicar a realidade. [objetividade]
- V. São procedimentos rigorosos que seguem normas precisas para testar e validar, repetidamente, o conhecimento. [confirmação]
- VI. São procedimentos rigorosos, imaginativos e críticos baseados nas ideias e convicções dos cientistas sobre os assuntos que investigam. [subjetividade]

(b) Justifique as razões da(s) sua(s) escolha(s).

B.3. Que atitudes e comportamentos revelam os cientistas no seu trabalho?

(a) Assinale, com um círculo, a ou as afirmações que pode(m) responder à questão:

- I. I - Os cientistas são muito competentes e pacientes no seu trabalho porque, muitas vezes, só conseguem obter resultados significativos ao fim de longo tempo. [persistência]
- II. Os cientistas usam a imaginação e o sentido crítico para construírem modelos científicos coerentes capazes de explicar a realidade. [criatividade]
- III. Os cientistas são ambiciosos no desenrolar dos seus trabalhos e capazes de mostrar segurança perante a crítica dos seus pares. [coragem]
- IV. Os cientistas são pessoas com grande capacidade para se interrogarem sobre a realidade e questionarem os resultados inesperados ou contrários às ideias que já tinham. [curiosidade]
- V. Os cientistas que procuram fama e/ou de vantagens financeiras manipulam, por vezes, os resultados que apresentam escondendo dados que contrariam as suas ideias. [desonestidade intelectual]
- VI. Os cientistas aceitam a crítica dos seus pares quando apresentam ideias inovadoras e resultados diferentes dos consensuais. [humildade]

(b) Justifique as razões da(s) sua(s) escolha(s).

B.4. Como decorre o trabalho no seio da comunidade científica?

(a) Assinale, com um círculo, a ou as afirmações que pode(m) responder à questão:

- I. Os cientistas discordam, por vezes, das explicações de outros cientistas acerca de um dado problema e conduzem novas investigações que possam contribuir para o esclarecer. [controvérsia]
- II. Existem grupos de investigação que mantêm em segredo os seus resultados e disputam a autoria das descobertas sobre questões relevantes. [rivalidade]
- III. Os cientistas divulgam os resultados das suas investigações em encontros e publicações científicas, possibilitando a outros o acesso ao conhecimento produzido. [comunicação profissional]
- IV. Os cientistas são leais às equipas de investigação ou às empresas onde trabalham e defendem as explicações que estão mais de acordo com as teorias que são adoptadas pelo grupo. [colaboração]
- V. Os cientistas tentam apresentar e publicar os seus resultados rapidamente com receio de serem ultrapassados e de verem comprometidas as suas aspirações de progressão na carreira profissional. [competição]

(b) Justifique as razões da(s) sua(s) escolha(s).

B.5. Quais as relações que se estabelecem entre a ciência e a sociedade?

(a) Assinale, com um círculo, a ou as afirmações que pode(m) responder à questão:

- I. A ciência propõe soluções para alguns problemas da sociedade mas também coloca novas questões em função dos impactes que as suas aplicações têm na vida quotidiana. [C-S]
- II. O desenvolvimento das técnicas, dos materiais e dos instrumentos, fornece à ciência procedimentos de investigação cada vez mais sofisticados. [T-C]
- III. A comunidade científica, através da criação de novos campos de trabalho, produtos e serviços, procura influenciar a tomada de decisões ao nível político e social. [C-T-S]
- IV. Os Governos e as empresas financiam as linhas de investigação de acordo com as políticas socioeconómicas que defendem e os movimentos de cidadãos também podem influenciar essas decisões trazendo ao debate público temas controversos. [S-C]
- V. Os problemas que afligem a sociedade levam os cientistas a procurar desenvolver soluções (instrumentos, processos e materiais) mais eficazes do que as já existentes. [S-C-T]
- VI. A investigação científica conduz a novas ideias e a aplicações práticas que influenciam o desenvolvimento de inovações e produções tecnológicas. [C-T]

(b) Justifique as razões da(s) sua(s) escolha(s)

Data: ___/___/2011

Muito obrigada pela sua colaboração.

Grupo ESSA, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2011

2.2. Instruções para o preenchimento do questionário

O questionário é constituído por **3 partes**, num total de **10 páginas**: A **parte I**, visando recolher dados pessoais, académicos e preferências/informação dos estudantes em relação a temas e atividades de divulgação científica; a **parte II**, constituída por **18 afirmações** sobre o ensino e a aprendizagem das ciências no 1º ciclo do EB, é para classificação numa escala tipo LiKert de 5 graus; a **parte III**, sobre as conceções de ciência, está organizada em torno de **seis questões** com 5 ou 6 respostas possíveis para os respondentes selecionarem (a) e justificarem as respostas (b).

A aplicação dos questionários é feita em **dois momentos distintos**: inicialmente os estudantes preenchem as partes I e II e, na aula seguinte (ou num outro momento qualquer desde que não seja no mesmo dia), respondem à parte III.

1º momento - as duas primeiras partes devem ser organizadas em 4 páginas agrafadas e demoram cerca de 20 minutos a responder. Na primeira página, solicita-se o nome dos estudantes mas basta um nome curto pois apenas serve para a codificação dos questionários.

Codificação dos questionários: a seguir ao preenchimento das partes I e II, dá-se um número de código a cada questionário (números sequenciais a partir do 1, pois as diferentes Escolas Superiores estão já identificadas, no local destinado ao código, em todas as páginas) e seleciona-se o nome curto que se escreve manualmente por baixo do número na 1ª página. Em seguida, codificam-se os exemplares da parte III: escreve-se, em cada uma das seis páginas do exemplar que vai ser distribuído a cada estudante, o respetivo número e o nome abreviado, iguais aos que foram atribuídos às páginas das partes I e II.

2º momento - aplicação da parte III: esta ação é mais demorada (entre 30 a 45 minutos) porque os estudantes respondem a cada questão separadamente. O professor entrega a cada estudante a página, correspondente ao seu código, com as instruções e a questão A. O estudante responde e devolve, recebendo a página da questão B1 com o código que lhe corresponde, responde e devolve...e assim sucessivamente para as questões B2, B3, B4 e B5.

Recolhidos os questionários preenchidos, proceder-se-á à sua organização por estudante e por conjunto de estudantes de cada ESE.

Muito obrigada pela sua colaboração.

Grupo ESSA, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2011

APÊNDICE 3

TABELAS GERAIS DA ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

3.1. Tabelas gerais de dados para caracterização da amostra do estudo (SPSS)

3.1.1. Medidas demográficas/ Percurso académico e profissional (expectativas)

Género

	Frequência	%
Feminino	212	95,5
Masculino	10	4,5
Total	222	100

Idade

	Frequência	%
[19-22]	177	79,7
[23-44]	43	19,4
NR	2	0,9
Total	222	100

Formação académica (recebida antes da entrada no ensino superior)

	Frequência	%
Humanidades	161	72,5
C & T	59	26,6
NR	2	0,9
Total	222	100

Disciplinas do 12º ano ou equivalente

	Frequência	%
Português	185	83,3
Matemática	30	13,5
Biologia/Geologia	4	1,8
NR	3	1,4
Total	222	100

Ordem de preferência da candidatura à LEB

	Frequência	%
Primeira	175	78,8
Segunda	19	8,6
Terceira	10	4,5
Outra	13	5,9
NR	5	2,3
Total	222	100

Frequência do Ensino Superior (1ª vez)

	Frequência	%
sim	206	92,8
não	15	6,8
NR	1	0,5
Total	222	100

Expectativas profissionais: ordem de preferência do domínio do mestrado

	Frequência	%
Domínio 4 em 1º lugar	35	15,8
Outra combinação	186	83,8
NR	1	0,4
Total	222	100

Expectativas profissionais: justificação da preferência (mestrado)

	Frequência	%
Interesse/motivação	122	49,4
Ter experiência profissional	12	4,9
Fácil acesso ao mercado trabalho	78	31,6
NR	10	4
Total	222	100

3.1.2. Relação com a ciência**Envolvimento em actividades científicas não formais (E_{ACT})**

E _{ACT} 2	Frequência	%
nunca	2	0,9
raras vezes	63	28,4
algumas vezes	146	65,8
com frequência com muita frequência	10	4,5
1	1	0,5
Total	222	100

E _{ACT} 3	Frequência	%
sim, identificada	92	41,4
sim, não identificada	4	1,8
não	121	54,5
NR	5	2,3
Total	222	100

E _{ACT} 4	Frequência	%
sim, identificada	80	36
sim, não identificada	5	2,3
não	137	61,7
Total	222	100

E _{ACT} 5	Frequência	%
sim, identificada	24	10,8
sim, não identificada	7	3,2
não	190	85,6
NR	1	0,5
Total	222	100

E _{ACT} 6	Frequência	%
sim, identificada	6	2,7
sim, não identificada	1	0,5
não	215	96,8
Total	222	100

Percepção da informação que possuem sobre metaciência (P_{MC})

P_{MC1}	Frequência	%
baixo	69	31,1
médio	123	55,4
elevado	29	13,1
NR	1	0,5
Total	222	100

P_{MC2}	Frequência	%
baixo	59	26,6
médio	126	56,8
elevado	37	16,7
Total	222	100

P_{MC3}	Frequência	%
baixo	97	43,7
médio	83	37,4
elevado	40	18
NR	2	0,9
Total	222	100

P_{MC4}	Frequência	%
baixo	86	38,7
médio	90	40,5
elevado	45	20,3
NR	1	0,5
Total	222	100

P_{MC5}	Frequência	%
baixo	95	42,8
médio	92	41,4
elevado	35	15,8
Total	222	100

P_{MC6}	Frequência	%
baixo	46	20,7
médio	108	48,6
elevado	67	30,2
NR	1	0,5
Total	222	100

P_{MC7}	Frequência	%
baixo	112	50,5
médio	87	39,2
elevado	23	10,4
Total	222	100

P_{MC8}	Frequência	%
baixo	21	9,5
médio	101	45,5
elevado	98	44,1
NR	2	0,9
Total	222	100

P_{MC9}	Frequência	%
baixo	74	33,3
médio	115	51,8
elevado	33	14,9
Total	222	100

P_{MC10}	Frequência	%
baixo	22	9,9
médio	100	45
elevado	100	45
Total	222	100

Legenda:

LEB- Licenciatura em Educação Básica

Domínio 4- Mestrado em Ensino do 1º e do 2º ciclo do Ensino Básico

E_{ACT}- Envolvimento em atividades científicas não formais (numerada de 1 a 6, por correspondência aos itens 3.1 a 3.1, Questionário, parte I)

P_{MC} - Percepção da informação que possui sobre metaciência (numerada de 1 a 10, por correspondência às afirmações do item 3.7, Questionário, parte I)

3.2. Resultados da análise das concepções sobre o ensino das ciências (questionário, parte II)

3.2.1. Graus de concepção sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES I

N=44	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Grau C _{EC}							
	DF		J	K	DH	DP	Q	G	SI	DSE	X(308)	DF		O	I	R	DH	B	L	E		N	C	DSE		P	y(484)	x+y(792)
	A	D										F	H											H	H			
001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	*	2	2	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	*	06/11	06/18	2	
002	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3	
003	1	1	2	*	1	1	1	1	1	1/7	2	*	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	10/18	3	
004	1	1	*	*	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	10/11	10/18	3	
005	1	1	2	1	1	1	*	1	1	1/7	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3	
006	1	1	2	1	1	1	2	2	2	3/7	*	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	*	08/11	11/18	3		
007	1	1	*	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	08/11	08/18	2	
008	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2/7	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	09/11	11/18	3	
009	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	
010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	09/18	2	
011	2	2	2	*	2	2	2	1	1	5/7	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	14/18	4	
012	1	1	1	*	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2	*	2	2	06/11	06/18	2	
013	2	1	2	1	1	1	2	*	1	3/7	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	13/18	3	
014	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	10/18	3	
015	1	1	2	1	1	1	*	1	2	2/7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	06/11	08/18	2	
016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3	
017	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3	
018	*	*	1	1	1	1	*	*	*	0/7	*	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	*	2	2	06/11	06/18	2	
019	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3	
020	1	1	2	-	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	
021	1	1	2	1	1	1	*	*	1	1/7	2	*	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	*	07/11	08/18	2	
022	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3	
023	1	1	2	2	1	1	*	*	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	*	08/11	10/18	3	
024	1	1	2	*	1	1	*	*	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	10/18	3	
025	*	*	*	1	1	1	1	1	*	0/7	*	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	*	*	*	03/11	03/18	1	
026	1	1	*	*	*	*	*	1	1	0/7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	09/18	2	
027	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	10/18	3	
028	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1/7	2	*	2	2	*	2	2	2	2	2	2	*	*	*	03/11	04/18	1	
029	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3	
030	2	1	2	*	*	*	*	1	*	1/7	1	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	*	2	06/11	07/18	2	

3.2.1. Graus de concessão sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES I (continuação)

N=44	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Grau C _{EC}	
	DF					DSE					DF					DSE						
	A	D	J	K	DP	Q	G	M	X(308)	F	O	I	R	B	L	E	N	C	H	P		y(484)
031	1	1	2	*	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18
032	1	1	2	*	1	*	1	1	1/7	2	2	2	2	2	*	*	*	*	*	*	08/11	09/18
033	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18
034	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	10/18
035	1	1	2	*	1	1	1	1	1/7	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18
036	1	1	*	1	2	*	*	*	1/7	*	*	2	2	2	2	*	*	*	1	2	06/11	07/18
037	1	1	2	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	*	*	*	*	2	08/11	09/18
038	1	1	2	1	2	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	13/18
039	1	1	*	1	*	*	*	*	0/7	2	2	2	*	*	2	-	*	*	2	2	07/11	07/18
040	1	2	1	1	2	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	10/11	12/18
041	1	*	*	*	*	*	*	*	0/7	*	*	2	2	*	*	2	*	*	*	2	05/11	05/18
042	1	1	2	1	2	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	1	09/11	11/18
043	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18
044	*	1	2	2	*	*	*	*	2/7	2	*	*	*	*	1	2	*	*	*	*	02/11	04/18
concordância	Σ	36	37	13	29	31	28	34	210/308	37	31	37	31	37	28	37	32	38	30	35	373/484	416/792
	%	95	92,5	36,1	93,5	86,1	82,4	94,4	68	97,4	93,9	97,4	88,6	100	87,5	100	97,0	100	88,2	94,6	77	53
Total	Σ(1e 2)	40	40	36	31	36	34	36		38	33	38	35	37	32	37	33	38	34	37		
	*N°	4	4	8	12	8	10	8	55/(18%)	6	11	5	9	7	12	5	11	6	10	7	91/(19%)	
Por item	44	44	44	43	44	44	44	44	44	44	44	43	44	44	44	42	44	44	44	44	44	44
Graus C _{EC}	1 -3/ 7%; 2-14/ 32%; 3-26/ 59%; 4-1/ 2%																					

3.2.2. Graus de concessão sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES II

N=53	MITOS (7)											IDEIAS ACEITES (11)											Prop. global x+(954)	Grau C _{EC} 1-4		
	DF		A	D	J	K	DH	DP	Q	G	M	X(371)	F	O	I	R	B	L	E	N	C	H			P	Y(583)
	D	J																								
045	1	1	2	*	1	1	1	1	2	*	2/7	2	*	2	*	2	2	1	2	*	*	2	2	06/11	08/18	2
046	1	1	1	1	1	1	1	1	*	*	0/7	2	*	2	2	2	2	2	2	*	*	1	2	05/11	05/18	2
047	1	1	*	1	1	1	1	1	2	2	2/7	*	*	2	2	2	2	*	2	*	*	2	2	05/11	07/18	2
048	1	1	2	1	1	1	1	1	1	*	1/7	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	07/11	08/18	2
049	1	*	1	1	1	1	1	1	1	*	0/7	*	2	2	2	2	2	2	2	*	*	2	2	07/11	07/18	2
050	1	2	2	2	*	*	*	*	2	*	4/7	2	2	2	1	2	2	2	*	2	2	1	06/11	10/18	3	
051	1	1	2	1	1	1	1	1	*	1	1/7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	09/18	2	
052	1	1	1	1	*	1	1	1	*	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	*	*	2	08/11	8/18	2	
053	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	10/11	10/18	3	
054	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	10/11	12/18	3	
055	*	1	1	2	*	*	*	*	*	*	1/7	1	2	1	1	1	*	2	2	1	1	2	04/11	05/18	2	
056	1	1	2	*	*	*	*	*	1	*	1/7	2	*	2	*	2	2	2	2	*	2	2	05/11	06/18	2	
057	1	1	1	2	*	*	*	*	2	*	2/7	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	07/11	09/18	2	
058	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	*	*	2	2	07/11	08/18	2	
059	1	1	2	*	*	*	*	*	*	2	2/7	*	*	1	*	*	1	*	*	*	*	1	2	01/11	03/18	1
060	1	1	2	*	1	1	1	1	1	1	1/7	2	*	2	2	2	2	*	2	1	2	1	07/11	8/18	2	
061	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3	
062	*	*	2	*	1	1	1	1	2	1	2/7	*	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	10/18	3	
063	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	0/18	3	
064	2	*	1	1	1	1	1	1	2	1	2/7	2	*	2	*	2	2	2	*	*	2	*	05/11	07/18	2	
065	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3	
066	1	1	*	1	2	1	1	1	1	*	1/7	2	2	*	1	2	2	2	2	2	2	*	08/11	09/18	2	
067	1	1	1	*	1	1	1	1	*	1	0/7	2	2	*	*	*	2	2	2	2	2	1	06/11	06/18	2	
068	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3	
069	1	1	2	*	1	1	1	1	*	*	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	10/18	3	
070	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3/7	*	1	1	1	1	1	*	2	1	1	1	01/11	04/18	1	
071	1	*	*	1	1	1	1	1	1	*	0/7	2	*	2	1	2	1	2	2	*	2	*	06/11	06/18	2	
072	*	1	1	2	*	*	*	*	1	*	1/7	1	1	*	*	1	2	2	*	1	*	1	01/11	02/18	1	
073	1	1	2	*	*	*	*	*	*	1	1/7	*	2	*	*	2	*	*	*	*	2	*	03/11	04/18	1	
074	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	*	2	*	2	*	06/11	06/18	2	
075	1	1	2	*	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3	
076	1	*	*	*	1	1	1	1	2	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	10/11	11/18	3	

3.2.2. Graus de concepção sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES II

N=53	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)											Prop. global x+(954)	Grau C _{EC} 1-4			
	DF		J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB			AC	AD	
	A	B																								DF
	X(371)		Y(583)		Z(954)		AA(1018)		AB(1118)		AC(1218)		AD(1318)		AE(1418)		AF(1518)		AG(1618)		AH(1718)			AI(1818)		
045	1	1	2	*	1	2	*	2/7	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	06/11	08/18	2
046	1	1	1	1	1	1	*	0/7	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	05/11	05/18	2
047	1	1	*	1	1	1	2	2/7	*	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	05/11	07/18	2
048	1	1	2	1	1	1	1	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	07/11	08/18	2
049	1	*	1	1	1	1	*	0/7	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	07/11	07/18	2	
050	1	2	2	2	2	*	2	4/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	06/11	10/18	3	
051	1	1	2	1	2	1	*	1/7	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	08/11	09/18	2	
052	1	1	1	*	1	1	*	0/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	08/11	8/18	2	
053	1	1	*	1	1	1	1	0/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	10/11	10/18	3	
054	1	1	2	1	1	1	2	2/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	10/11	12/18	3	
055	*	1	1	2	*	*	*	1/7	1	2	1	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	04/11	05/18	2	
056	1	1	2	*	*	*	1	1/7	2	*	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	05/11	06/18	2	
057	1	1	*	2	*	*	2	2/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	07/11	09/18	2	
058	1	1	2	1	1	1	1	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	07/11	08/18	2	
059	1	1	2	*	*	*	2	2/7	*	*	1	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	01/11	03/18	1	
060	1	1	2	*	*	1	1	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	07/11	8/18	2	
061	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	11/11	11/18	3	
062	*	2	*	1	1	1	2	2/7	*	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	08/11	10/18	3	
063	1	1	2	1	1	1	2	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	09/11	0/18	3	
064	2	*	1	1	1	1	2	2/7	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	05/11	07/18	2	
065	1	1	2	1	1	1	1	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	10/11	11/18	3	
066	1	1	*	1	2	1	*	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	08/11	09/18	2	
067	1	1	*	1	*	*	1	0/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	06/11	06/18	2	
068	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	11/11	11/18	3	
069	1	1	2	*	1	1	*	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	09/11	10/18	3	
070	1	1	1	1	1	2	2	3/7	*	1	1	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	01/11	04/18	1	
071	1	*	*	1	1	1	*	0/7	2	*	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	06/11	06/18	2	
072	*	1	*	2	1	1	*	1/7	1	1	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	01/11	02/18	1	
073	1	1	2	*	*	*	1	1/7	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	03/11	04/18	1	
074	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	06/11	06/18	2	
075	1	1	2	*	1	1	1	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	10/11	11/18	3	
076	1	*	*	*	1	2	1	1/7	2	2	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	10/11	11/18	3	
077	1	*	1	*	1	1	*	0/7	2	*	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2	05/11	05/18	2	
078	2	1	1	1	1	1	2	2/7	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	12/18	3	
079	1	*	2	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	

3.2.2. Graus de concessão sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES II (continuação)

N=53	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Prop. global x+(954)	Grau C _{EC} 1-4								
	DF		DH	K	J	Q	DP	G	M	DSE	X(371)	DF		I	DH		R	B	L	E			DSI		C	DSE		H	P	Y(583)
	A	D										F	O		N	E							N	C		H	P			
080	1	1	2	1	1	1	*	1	1	1/7	*	*	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	09/18	2
081	1	*	2	*	1	1	2	1	1	2/7	2	2	2	2	1	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	10/18	3
082	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3	
083	1	1	2	1	1	1	*	*	*	1/7	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	09/11	10/18	3	
084	1	1	2	1	1	1	*	1	1	1/7	*	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	09/18	2	
085	1	*	2	*	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	
086	1	1	2	1	1	1	*	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	07/11	08/18	2	
087	1	1	*	*	2	1	1	*	*	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	09/18	2	
088	2	1	2	*	1	1	*	1	1	2/7	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	07/11	09/18	2	
089	1	1	*	1	1	1	*	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	*	2	2	*	*	07/11	07/18	2	
090	1	1	*	1	1	1	1	*	*	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	10/18	3	
091	1	2	1	1	1	1	*	1	1	1/7	1	*	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	*	06/11	07/18	2		
092	1	1	2	*	*	*	1	1	1	1/7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	06/11	07/18	2	
093	1	*	1	*	2	1	*	*	*	1/7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	1	05/11	06/18	2		
094	1	1	2	1	2	1	*	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	09/11	11/18	3		
095	1	1	*	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	09/11	09/18	2	
096	*	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	08/11	09/18	2	
097	1	1	1	*	*	*	2	*	*	1/7	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	04/11	05/18	2	
Total	46	41	15	31	37	37	19	32	32	221/371	38	34	37	26	42	29	40	28	39	36	35	35	36	35	35	384/583	439/954			
	%	93,9	36,6	88,6	88,1	88,6	61,3	91,4	91,4	60	92,7	94,4	90,2	72,2	95,5	85,3	100	77,8	97,5	87,8	89,7	89,7	87,8	89,7	89,7	66	66	46		
Concordância	49	43	41	35	42	42	31	35	35	60	41	36	41	36	44	34	40	36	40	41	39	41	41	39	39	151/(26%)				
Nº	4	10	12	18	11	11	22	16	16	93/(25%)	12	17	12	17	8	18	13	17	13	12	12	12	12	12	12	12	151/(26%)			
Por item	53	53	53	53	53	53	53	51	51	53	53	53	53	53	52	52	53	53	53	53	51	53	53	53	51					
Graus CEC	1-4/7%; 2-30/57%; 3-19/36%; 4-0/0%																													

3.2.3. Graus de concessão sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES III

N=24	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Prop. global x+y(432)	Grau C _{EC} 1-4					
	DF					DH					DP					DSI							DSE				
	A	D	J	K	Q	DP	Q	G	M	X(186)	F	O	I	R	B	L	E	N	C	H			P	Y(264)			
98	1	1	2	*	1	1	1	1	1	1/7	2	2	*	2	2	2	*	2	2	*	2	07/11	2				
99	1	1	2	2	*	2	*	*	2	3/7	2	2	*	1	*	*	1	*	*	*	2	03/11	2				
100	1	1	2	*	2	2	2	2	2	3/7	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	3				
101	1	*	2	*	1	1	1	1	2	2/7	2	2	*	2	1	*	*	*	*	2	2	04/11	2				
102	1	2	2	1	1	1	*	2	2	3/7	2	2	*	2	2	2	*	2	2	2	2	09/11	3				
103	1	*	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	3				
104	1	1	2	*	*	1	1	1	*	1/7	2	2	*	2	2	*	*	2	2	*	2	07/11	2				
105	1	1	*	1	*	1	*	*	1	0/7	2	2	*	2	*	2	*	1	2	2	2	07/11	2				
106	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	3				
107	1	1	*	1	1	1	1	1	*	0/7	*	2	2	2	2	2	*	2	2	*	2	07/11	2				
108	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	*	*	2	2	*	2	08/11	2				
109	1	1	*	*	1	1	1	1	1	0/7	2	2	*	2	2	*	*	2	2	2	2	08/11	2				
110	1	1	2	*	2	1	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	3				
111	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2/7	2	2	1	*	*	2	2	2	2	*	2	07/11	2				
112	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	10/11	3				
113	1	1	2	*	2	*	*	*	*	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	3				
114	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	3				
115	1	1	2	1	1	1	1	1	*	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	3				
116	1	1	2	1	1	2	1	1	*	1/7	2	2	*	*	*	2	2	*	*	2	2	06/11	2				
117	1	1	2	*	1	1	1	1	*	1/7	2	2	*	2	2	*	*	2	2	*	2	06/11	2				
118	1	1	2	*	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	3				
119	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	3				
120	*	1	2	1	1	1	1	1	*	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	10/11	3				
121	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	3				
Σ	23	21	2	13	17	20	13	109/168	23	20	19	13	19	15	22	12	20	18	22	203/264	232/432						
Concordância	100	95,5	9,6	86,7	85,0	100	76,4	65	100	95,2	95,0	81,2	100	93,7	100	92,3	95,2	100	100	77	54						
Σ(1 e 2)	23	22	21	15	20	20	17		23	21	20	16	19	16	22	13	21	18	22								
*	1	2	3	9	4	4	7	30/(18%)	1	3	4	8	5	8	2	11	3	6	2	53/(20%)							
Por item	24	24	24	24	24	24	24		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24							
Graus C _{EC}	1-0/0%; 2-11/46%; 3-13/54%; 4-0/0%																										

3.2.4. Graus de concessão sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES IV

N=30	MITOS (7)							IDEIAS ACEITES (11)											Prop. global x+y(540)	Grau C _{PC} 1-4					
	DF		J	K	Q	DP	DH	X(210)	F	O	I	R	DP		L	E	DSI				C	DSE		H	P
	A	D											G	M			DSE	N				N	H		
	1	2	*	*	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
122	1	1	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
123	1	2	2	*	1	2	3/7	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
124	1	1	2	*	1	1	1/7	2	2	2	*	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
125	1	1	2	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
126	2	2	1	*	2	*	4/7	1	1	1	*	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
127	1	1	2	*	1	2	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
128	1	1	2	1	*	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
129	1	1	*	2	*	1	1/7	1	2	2	*	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
130	2	*	2	*	*	*	2/7	1	2	1	*	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
131	*	1	2	*	1	*	1/7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
132	1	1	2	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
133	1	*	2	2	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
134	1	1	2	*	1	1	2/7	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
135	1	1	2	*	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
136	1	1	2	*	1	2	3/7	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
137	1	1	2	2	1	*	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
138	1	1	2	1	1	*	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
139	1	1	2	*	1	1	1/7	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
140	1	1	2	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
141	2	*	2	1	2	2	4/7	*	2	2	*	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	*	*	
142	2	*	2	*	1	2	3/7	*	*	2	*	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
143	1	1	2	2	2	1	2/7	2	2	2	*	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
144	1	1	2	1	1	1	1/7	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

3.2.4. Graus de concessão sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES I (continuação) V

N=30	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Prop. global x+y(540)	Grau C _{EC} 1-4
	DF		DH	DP	DSI	DSE	DF		DI	DE	DSI	DSE	DF		DI	DE	DSI	DSE				
	A	D	J	K	Q	G	M	X(210)	F	O	I	R	B	L	E	N	C	H	P	Y(330)		
145	1	1	2	*	2	*	*	2/7	2	2	2	*	2	2	2	2	2	*	2	08/11	10/18	3
146	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3
147	1	1	*	*	1	1	0/7	*	*	*	*	2	2	2	2	2	2	2	2	07/11	07/18	2
148	1	1	2	1	*	1	1/7	2	*	2	*	2	2	2	*	*	2	2	2	08/11	09/18	2
149	1	1	*	*	2	1	1/7	*	2	2	2	2	2	2	*	*	2	2	2	08/11	09/18	2
150	1	1	2	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3
151	1	1	*	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	2
Concordância	Σ	25	24	2	12	18	118/210	22	21	21	15	24	25	27	20	29	22	22	26	252/330	297/540	
	%	86,2	92,3	8,0	75,0	84,0	78,3	84,6	87,5	91,3	78,9	96,0	96,2	96,4	90,9	96,7	95,7	96,3	76	76	55	
Total	Σ(1 e 2)	29	26	25	16	25	23	19	26	24	23	19	25	26	28	22	30	23	27			
	*	1	4	5	14	5	7	11	4	6	7	11	5	4	2	8	0	7	3	57/17%		
Por item		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30			
Graus C _{EC}		1-0/0%; 2-13/43%; 3-17/57%; 4-0/0%																				

3.2.5. Graus de concepção sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES V

N=20	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Prop. global x+y(360)	Grau C _{EC} 1-4					
	DF					DH					DP					DSI							DSE				
	A	D	J	K	Q	DF	O	I	R	B	B	L	E	N	C	H	P	Y(220)									
152	2	2	2	*	*	*	*	*	*	*	1	2	2	*	*	*	*	*	*	*	2	2	2	04/11	08/18	2	
153	1	1	*	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	10/18	3		
154	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3		
155	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3		
156	1	*	*	*	1	1	*	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	*	*	*	06/11	06/18	2		
157	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3		
158	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	*	*	*	07/11	07/18	2		
159	*	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	06/11	07/18	2		
160	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3		
161	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	*	2	2	2	2	2	2	*	*	*	06/11	07/18	2			
162	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3		
163	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3		
164	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	*	*	*	07/11	08/18	2			
165	*	*	2	1	2	1	2	2	2	2	3/7	2	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	03/11	06/18	2		
166	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3		
167	1	*	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3		
168	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3		
169	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	*	*	*	10/11	12/18	3			
170	1	1	2	*	1	1	2	1	2	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	*	*	*	10/11	12/18	3			
171	1	*	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	*	1	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	09/18	2		
Concordância	Σ	16	15	4	17	15	14	16	16	16	97/140	18	15	19	15	14	15	15	17	17	11	18	17	176/220	198/360		
	%	94,1	93,8	22,2	100	83,3	87,5	94,1	94,1	94,1	69	100	88,2	100	93,7	87,5	100	100	100	91,7	100	94,5	94,5	80	55		
* N°	Σ(1 e 2)	17	16	18	17	18	16	17	17	18	18	18	17	19	16	16	15	17	17	12	18	18	18	36/(16%)			
	Por item	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Graus C _{EC}		1-0/ 0%; 2-8/ 40%; 3-12/ 60%; 4-0/ 0%																									

3.2.6. Graus de concepção sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES VI

N=15	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Prop. global x+y(270)	Grau C _{EC} 1-4					
	DF					DH					DP					DSI							DSE				
	A	D	J	K	Q	G	M	DSE	X(105)	F	O	I	R	B	L	E	N	C	H	P			Y(165)				
172	1	1	*	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3				
173	1	1	1	1	*	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3				
174	*	1	2	1	1	1	1	1	1/7	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3				
175	*	1	*	*	*	*	*	*	0/7	2	2	2	2	*	2	2	*	*	2	2	07/11	07/18	2				
176	1	1	2	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3				
177	1	1	*	1	1	1	1	1	0/7	*	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	08/11	08/18	2				
178	2	1	2	1	2	*	*	*	3/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	09/11	12/18	3				
179	1	1	*	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	*	2	2	10/11	10/18	3				
180	1	1	2	1	2	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	10/11	12/18	3				
181	1	1	2	*	1	1	1	1	1/7	2	2	2	*	2	2	*	*	2	2	2	07/11	08/18	2				
182	1	1	2	*	1	2	1	2	2/7	*	2	2	2	2	2	*	2	2	1	2	06/11	08/18	2				
183	1	1	1	2	1	1	1	1	1/7	*	1	*	*	2	2	*	1	2	1	2	04/11	05/18	2				
184	1	1	2	2	2	*	*	*	3/7	*	1	*	1	1	2	2	1	2	1	2	04/11	07/18	2				
185	2	1	2	1	2	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	13/18	3				
186	1	*	2	1	1	1	1	*	1/7	2	2	2	*	2	2	*	2	2	2	2	09/11	10/18	3				
Concordância	N	11	14	2	10	9	10	14	70/105	10	9	13	11	13	13	12	11	13	9	14	128/165	145/270					
	%	84,6	100	18,2	83,3	75,0	90,9	100	67	100	90,0	92,9	100	92,9	100	100	84,6	92,9	75,0	93,3	78	54					
*	Σ(1 e 2)	13	14	11	12	12	11	14	18/(17%)	10	10	14	11	14	13	12	13	14	12	15							
	Por item	2	1	4	3	3	4	1	5	5	1	4	1	2	1	3	2	1	3	0	27/(16%)						
Graus C _{EC}		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15				

1-0/ 0%; 2-6/ 40%; 3-9/ 60%; 4-0/ 0%

3.2.7. Graus de concessão sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES VII

N=36	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Prop. global x+y(648)	Grau C _{ec} 1-4													
	DF					DH					DP					DSI							DSE												
	A	D	J	K	Q	DH	K	Q	DP	DSI	DSE	M	G	DP	Q	DSI	G	DP	M	DSE			F	O	I	R	B	L	E	N	C	H	P	Y(396)	
187	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	
188	1	*	1	1	*	1	*	1	*	1	*	1	*	1	*	1	*	1	*	1	*	0/7	*	2	1	*	2	*	2	*	2	*	04/11	04/18	1
189	1	*	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/7	*	2	2	*	2	*	2	*	2	*	08/11	09/18	2	
190	1	1	2	2	*	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2/7	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	10/11	12/18	3	
191	1	1	2	2	*	2	*	*	*	2	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2/7	2	2	1	*	2	2	2	2	2	2	07/11	09/18	2	
192	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	12/18	3	
193	2	*	2	1	1	1	1	1	1	1	3/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	14/18	4	
194	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	
195	1	1	1	*	*	1	*	1	*	*	0/7	*	2	2	2	2	2	2	2	2	0/7	*	2	2	*	2	*	2	2	2	2	08/11	08/18	2	
196	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	13/18	3	
197	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4/7	*	2	2	2	2	2	2	2	2	4/7	*	2	1	*	2	2	2	2	2	2	07/11	11/18	3	
198	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	1/7	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	09/18	2	
199	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3/7	2	2	2	2	2	2	2	2	3/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	14/18	4	
200	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2/7	2	2	*	2	1	2	2	2	2	2	2	08/11	10/18	3	
201	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	5/7	2	2	2	2	2	2	2	2	5/7	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	14/18	4	
202	1	1	2	2	*	1	2	2	2	2	3/7	2	2	2	2	2	2	2	2	3/7	2	*	2	2	*	2	2	2	2	2	2	05/11	08/18	2	
203	1	1	1	*	1	1	1	1	1	1	0/7	2	*	2	*	2	*	2	*	0/7	2	*	2	*	2	2	2	2	2	2	2	07/11	07/18	2	
204	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	*	2	*	2	*	2	*	1/7	2	*	1	*	2	2	2	2	2	2	2	08/11	09/18	2	
205	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2/7	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	12/18	3	
206	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3	
207	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	*	2	*	2	*	2	*	1/7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	10/18	3	
208	1	1	1	*	*	1	1	1	1	1	0/7	*	2	*	2	*	2	*	2	0/7	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	05/11	05/18	2	
209	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	*	2	2	2	2	2	2	1	1/7	*	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	05/11	06/18	2	
210	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	
211	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3/7	1	*	2	2	2	2	2	1	3/7	1	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	12/18	3	
212	1	*	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	*	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3	
213	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	12/18	3	
214	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	*	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3	

3.2.7. Graus de conceção sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes da ES VII (continuação)

N=36	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Prop. global x+y(648)	Grau C _{EC} 1-4	
	DF		DH	DP	DSI	DSE	DF		DH	DP	DSI	DSE	DF		DH	DP	DSI	DSE	Y(396)				
	A	D	J	K	Q	G	M	X(252)	F	O	I	R	B	L	E	N	C	H		P			
215	1	1	2	*	1	*	*	1/7	*	2	*	*	2	*	2	*	2	2	2	2	08/11	09/18	2
216	1	1	*	2	2	*	*	2/7	*	*	*	*	1	2	*	1	1	1	*	01/11	03/18	1	
217	1	1	2	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	
218	1	*	2	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3	
219	1	1	1	*	1	1	1	0/7	2	2	2	*	2	2	2	2	2	*	2	09/11	09/18	2	
220	1	1	2	1	1	2	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	13/18	3	
221	1	1	2	*	1	1	1	1/7	2	2	2	1	*	2	2	2	2	2	*	07/11	08/18	2	
222	1	1	*	1	1	*	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	10/18	3	
Total	Σ	34	27	2	22	30	13	24	152/252	28	25	30	20	28	26	34	28	32	29	312/396	365/648		
	Σ	94,4	87,1	6,7	91,7	93,7	54,2	85,7	60	96,6	100	100	74,1	96,6	89,7	100	96,6	97,0	93,5	79	56		
	Σ(1 e 2)	36	31	30	24	32	24	28		29	25	30	27	29	29	34	29	33	31	32			
*	0	5	6	12	4	11	8	46/18%	6	11	6	9	7	6	2	7	3	5	4	66/17%			
Por item	36	36	36	36	36	35	36	36	35	36	36	36	36	35	36	36	36	36	36	36			
Graus C _{EC}	1-2/6%; 2-12/33%; 3-19/53%; 4-3/8%																						

Nota: Os totais parciais inferiores ao global correspondem a casos pontuais de itens não assinalados. As percentagens referentes às proporções parciais e globais foram arredondadas às unidades. A apresentação dos resultados totais por DM fez-se unicamente para os valores 2, os únicos que são contabilizados para o cálculo do grau de conceção sobre o ensino das ciências.

Legenda:
 DF- dimensão filosófica; DH- dimensão histórica; DP- dimensão psicológica; DSI- dimensão sociológica interna; DSE- dimensão sociológica externa.
 A, D, J, ...M – itens da parte II do questionário (Apêndice 2) categorizados como *Mitos*;
 C, E, F, ...R – itens da parte II do questionário (Apêndice 2) categorizados como *Ideias aceites*; *indecisa/o, não classificável.
 X e Y - totais de valores 2, por respondente, relativos aos *Mitos* e às *Ideias Aceites*, respetivamente.
 X+Y- total de respostas utilizadas para o cálculo do grau da conceção sobre o ensino das ciências (C_{EC}).

3.3. Resultados da análise das conecções sobre ciência – dimensões metacientíficas (questionário, parte III)

3.3.1. Perfis de conecções sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES I

N=44	Cc				Cmc				Cdf				Cdp				Cdsi				CdsE						
	Afirm I-VI	JUST	Mito Cc	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Mito Cmc	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Pf G
	001	1 3 6	JPA		3	6	JNA		1	1 2 3 4	JNA		2	1 3 4 6	JNA		2	1 2 3	JPA		3	1 2 3 4 5	JNA		2	2	2
002	3	JÁ		2	4	JA		2	2	JNA		1	4 6	JPA		3	3	JNA		1	5	JNA		1	2	2	
003	2 3	JPA		3	6	JNA		1	1 3 6	JPA		3	1 3 4 6	JPA		3	1 2	JPA		3	1 2 3 5	JNA		2	3	3	
004	2 3	JPA		3	1 6	JÁ		3	2 6	JPA		3	1 3 4	JPA		3	4	JNA		1	4	JPA		2	3	3	
005	2 3	JNA		2	2 5 6	JPA		3	2 3 4	JNA		2	1 2 5	JPA		3	1 2 5	JPA		3	1 2 5 6	JPA		3	3	3	
006	1 2 3 5	JNA		2	2 6	JNA	*	2	2 4	JNA		2	1 6	JNA		2	1 3	JPA		3	1 2 3 4 5 6	JNA		2	2	2	
007	1 5	JNA		2	2	JNA		1	4 5	JNA		2	3 4	JPA		3	1 3	JPA		3	2 6	JPA		3	2	2	
008	1 5 6	JNA		2	6	JPA		2	3	JNA		1	2 4 6	JPA		3	1	JNA		1	1 2 6	JNA		2	2	2	
009	1	JNA		1		JPA	só*	1	2 5	JPA		3	3	JPA		2	1 3	JNA		2	1 5	JNA		2	2	2	
010	1 6	JPA		3	5	JA		2	2	JA		2	1 6	JA		3	1	JNA		1	1	JA		2	2	2	
011	3 5	JÁ		3	2	JPA	*	2	1 2 4	JPA		3	2 6	JPA		3	1 3	JPA		3	2 3	JPA		3	3	3	
012		JA	só*	1	6	JNA		1	6	JNA		1	4	JNA		1	1	JNA		1	1 5	JNA		2	1	1	
013	3 6	JÁ		3	2	JÁ	*	2	2	JÁ		2	1 6	JÁ		3	3	JPA		2	1 2 3 4 5 6	JPA		4	3	3	
014	1 2 3	JPA		3	5 6	JPA	*	3	2	JNA		1	1 4	JNA		2	1 3	JPA		3	1 2 4	JNA		2	2	2	
015	1 5	JNA		2	1 4	JNA		2	3 5	JNA		2	1 4	JNA		2	3 4	JNA		2	1 2 5	JNA		2	2	2	
016	3	JNA		1	4	JPA	*	2	1 5	JNA		2	1 3	JPA		3	1 4	JNA		2	1	JNA		1	2	2	
017	1 3	JNA		2	1 6	JNA		2	2 5	JNA		2	1	JNA		1	1 3	JNA		2	1 5	JNA		2	2	2	
018	1	JNA		1	6	JPA	*	2	2 5	JNA		2	1 3 6	JNA		2	3	JNA		1	1 5	JPA		3	2	2	
019	5 6	JNA		2	4	JNA	*	1	2 3	JPA		3	1 6	JNA		2	5	JNA		1	1 6	JPA		3	2	2	
020	3 5 6	JPA		3	5 6	JNA	*	2	2 3 4	JPA		3	1 4 6	JNA		2	1 3	JNA		2	1 2	JPA		3	3	3	
021	1 2 5	JPA		3	1 2 6	JPA		3	2 3 5	JPA		3	4	JNA		1	1	JNA		1	2 6	JNA		2	2	2	
022	2 3 5	JNA		2	2 4	JPA	*	2	2 4	JPA		3	1 2 3 6	JPA		3	1 3	JPA		3	1 2 5	JÁ		4	3	3	
023	1 2	JNA		2	1 5	JPA		3	1 2 3 4 5 6	JNA		2	1 4 5	JPA		3	1 3 4	JNA		2	1 2 3 4 5 6	JPA		4	3	3	
024	3 5	JNA		2	2	JNA		1	1 2 3 4	JNA		2	1 3 4	JNA		2	3	JNA		1	1 2 5	JNA		2	2	2	
025	1 2 3	JNA		2	1 5	JNA	*	2	2 4 6	JNA		2	1 3 4 6	JNA		2	1 3 4	JNA		2	1 2 5 6	JNA		2	2	2	
026	3	JPA		2	4 5 6	JPA	*	2	1 3	JNA		2	1 4	JPA		3	1 3	JNA		2	6	JNA		1	2	2	
027	1 3	JPA		3	2 4	JÁ		3	2	JPA		2	2 4	JPA		3	1	JPA		2	1	JNA		1	2	2	
028	1	JNA		1	6 4	JPA		2	2	JNA		2	1 4	JPA		3	1 3	JPA		3	1 2 5	JPA		3	2	2	
029	2 3 5	JNA		2	2 4 5 6	JNA	*	2	1 2 3 5 6	JNA		2	1 2 3 4 6	JNA		2	1 3 4	JPA		3	1 2 4 5 6	JNA		2	2	2	

3.3.1. Perfis de concepções sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES I (continuação)

N=44	C _C			C _{MC}			C _{DF}			C _{DP}			C _{DSI}			C _{DSE}			
	Afirm I-VI	JUST	Mito C _C	Afirm I-VI	JUST	Mito C _{MC}	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4
030	1 3	JNA		1 6	JNA		2	2 4 5 6	JPA	3	1 4	JNA	2	1 3	JA	3	2 5	JNA	2
031	2 5	JNA		5 6	JA	*	3	2 6	JPA	3	1 4 6	JPA	3	1 3	JNA	2	1 2 4 5	JNA	2
032	2 5	JA	*	4 6	JA	*	3	2 3 5	JPA	3	1 2 4	JPA	3	1	JPA	2	1	JNA	1
033	2 3 6	JPA		1 5 6	JNA	*	2	2 3 4 5	JNA	2	2 5	JNA	2	1 5	JNA	2	1 4 6	JNA	2
034	2 3	JPA		1 4	JPA		3	2 5	JNA	2	2 3 4	JNA	2	1 2 3 5	JPA	3	1 3 4 5	JPA	3
035	2 3 6	JPA		1 4 6	JA		3	2 3	JPA	3	3 4 6	JNA	2	1 2	JNA	2	1 5	JNA	2
036	6	JNA		6	JA		1	3	JA	2	4	JNA	1	2	JNA	1	6	JNA	1
037	1 3	JPA		6	JPA	*	2	3 6	JNA	2	3 4	JNA	2	2 3	JNA	2	3 5	JPA	3
038	3 5 6	JPA		4 5 6	JPA		3	4	JNA	1	4	JPA	2	1	JNA	1	1	JNA	1
039	2	JPA	*	2 6	JPA	*	2	2 4	JPA	2	1 4	JNA	2	1 3	JA	3	1 2	JNA	2
040	2 3 5 6	JA		4 6	JA	*	2	2 3 6	JA	4	1 4 6	JNA	2	1 3	JNA	2	1 3 5 6	JNA	2
041	3 5	JNA		1 2 4 5 6	JPA	*	3	4 5	JA	3	1 3	JNA	2	4	JPA	2	5	JNA	1
042	1 3	JNA		4 6	JNA	*	2	2 3 4	JPA	3	1 3	JNA	2	1 4 5	JNA	2	1 5 6	JNA	2
043	1 3	JNA		4 6	JNA		2	2 4 6	JNA	2	1 3	JPA	3	1 3 5	JPA	3	3 5	JNA	2
044	1 2	JPA		4 5	JPA		3	2 5	JNA	2	1 3	JNA	2	1 3	JPA	3	1	JNA	1

Nota. Nesta tabela e nas seguintes, onde se registaram os dados recolhidos em cada escola, usou-se a numeração árabe para facilitar a leitura: cada algarismo (os espaços entre os algarismos foram expandidos) corresponde ao número romano que identifica cada uma das afirmações incluídas nos itens do questionário.

3.3.2. Perfis de conecções sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES II

N=53	Cc			Cmc			Cdf			Cdp			Cbsi			CdsE			Pf G
	Afirm I-VI	JUST	Mito Cc	Afirm I-VI	JUST	Mito Cmc	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-V	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	
	Pf 1-4	Mito Cc		Pf 1-4	Mito Cmc		Pf 1-4	Mito Cmc		Pf 1-4	Mito Cmc		Pf 1-4	Mito Cmc		Pf 1-4	Mito Cmc		
045	3 6	JNA		5	JNA	*	2 4	JNA	2	1 3	JNA	2	1 4	JNA	2	2 6	JNA	2	2
046	1	JPÁ	*	5	JNÁ		3	JNA	1	1 2 5	JNA	2	1 4 5	JNA	2	1 2	JPA	3	2
047	2 3 5 6	JPA			JNA	só*	2 3 4	JNA	2	1 2 6	JNA	2	1 2 4	JNA	2	3 4 6	JNA	2	2
048	1 2 6	JPA		1 5 6	JNÁ		2 1 3 4	JNA	2	1 5	JA	3	4 5	JPA	3	1 5 6	JNA	2	3
049	2 3 5 6	JNA		6	JNA	*	2 3 4	JNA	2	1 2	JNA	2	1 2 4	JPA	3	3 4 6	JPA	3	2
050	1	JPA	*	2 4	JNA	*	2 1 2	JNA	2	1 4 6	JNA	2	1	JNA	1	1 2 5 6	JNA	2	2
051	2 5 6	JNA		1 4 6	JNA	*	2 4	JNA	2	1 3 4	JNA	2	1 4	JNA	2	1 5 6	JNA	2	2
052	1	JNA			JNA	só*	4	JNA	1	6	JNA	1	5	JNA	1	3	JNA	1	1
053	2 6	JNA		1 6	JNA		1 4	JNA	2	1 3	JNA	2	1 3	JPA	3	1 4	JPA	3	2
054	2 3 5 6	JPA		4 6	JNA	*	2 3 4 6	JNA	2	1 3 4	JNA	2	3	JNA	1	1 2 3 5 6	JNA	2	2
055	1 3	JNÁ	*	1 2 6	JNA		2 4 6	JNA	2	4	JPA	2	2 3	JNA	2	2 6	JNA	2	2
056	2 5 6	JNA		6	JNA		2 4	JNA	2	1 3 4	JNA	2	1 4	JNA	2	1 5 6	JNA	2	2
057	5 6	JNÁ		1 4 6	JNÁ		2 3 4	JNÁ	2	1 3	JNÁ	2	1	JNA	1	1 2 5 6	JNA	2	2
058	5 6	JNA			JA	só*	1 4	JPA	3	1	JA	2	1 5	JNA	2	1 2 5	JA	4	2
059	1	JNA		1 2	JNA		1 3	JNA	2	1 4	JPA	3	1 3	JA	3	1 2	JNA	2	2
060	3	JNA		2	JPA		2	JNA	1	1	JA	2	1 3	JPA	3	1 6	JNA	2	2
061	3 6	JNA		1	JNA		2 4	JNA	2	1	JNA	1	1	JNA	1	1 5 6	JNA	2	1
062	5 6	JA	*	3 4 5 6	JA		2 3 4 5	JPA	3	1 3 4	JPA	3	1 3	JPA	3	1 5 6	JPA	3	3
063	1 6	JNA		2 4 6	JNA		2 5	JNA	2	1 4 6	JNA	2	1 3	JPA	3	1 5 6	JNA	2	2
064	2 3	JNA		6	JNA		1 2	JNA	1	1	JNA	1	5	JNA	1	1 6	JNA	2	1
065	3 5	JPA		1	JPA		2 4	JNA	2	1 4	JNA	2	1 3	JNA	2	2 5	JPA	3	2
066	1 5	JNA		2 6	JNA	*	2 4 6	JNA	2	1 3 4	JNA	2	1 3 5	JNA	2	1 3 5	JPÁ	3	2
067	1	JNA	*	1 2 5	JPA		3 2 6	JNA	2	1 4	JNA	2	1 5	JNA	2	2 6	JNA	2	2
068	6	JNA	*	1 2 5	JNA		2 4 5	JNA	2	1 4	JNA	2	3 5	JNA	2	2 4	JNA	2	2
069	1 5 6	JNA		1 6	JNA	*	2 4 5	JNA	2	4 5 6	JPA	3	3 5	JNA	2	3 6	JNA	2	2
070	2 3	JNA		2 6	JNA		2 1 2	JNA	2	1 4 6	JPA	3	3 4 5	JNA	2	1 5 6	JNA	2	2
071	1 3	JNA		5 6	JNÁ		1 3	JNA	2	1 4	JNA	2	5	JPA	2	6	JA	2	2
072	2 3	JNA		2	JNA		1 3	JNA	2	2 6	JNA	2	1 2	JNA	2	1 2	JNA	2	2
073	2 3 5 6	JNA			JPA	só*	1 4	JNA	1	4 6	JNA	2	1 3	JNA	2	2 5	JPA	3	2
074	3 5 6	JNA		1 2	JPA	*	2 4 5	JNA	2	1 3	JPA	3	1 4	JNA	2	1 2	JPA	3	2
075	1 6	JA		2 6	JPA		4	JNA	1	1 4 5	JPA	3	3	JPA	2	1 5	JPA	3	3

3.3.2. Perfis de concessões sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES II (continuação)

N=53	Cc			C _{MC}			CDF			CDP			C _{DSI}			C _{DSE}			Pf G
	Afirm I-VI	JUST	Mito C _C	Afirm I-VI	JUST	Mito C _{MC}	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-V	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	
076	3	JNA		2	JNA		6	JNA	1	1	JNA	1	4	JNA	1	5	JNA	1	1
077	1	JNA		1	JNA		14	JNA	2	12	JNA	2	23	JNA	2	5	JNA	1	1
078	5	JNA	*	24	JNA		14	JNA	2	14	JNA	2	13	JPA	3	156	JNA	2	2
079	235	JNA		15	JNA	*	3	JNA	1	14	JNA	2	1	JNA	1	1	JNA	1	1
080	26	JNA		156	JNA		23	JNA	2	34	JA	3	15	JNA	2	156	JPA	3	2
081	56	JNA	*	46	JA	*	25	JNA	2	136	JPA	3	13	JA	3	125	JPA	3	3
082	5	JNA		6	JNA		5	JNA	1	3	JNA	1	2	JNA	1	2	JNA	1	1
083	2356	JNA		26	JNA	*	234	JNA	2	1234	JPA	3	124	JNA	2	1256	JNA	2	2
084	1256	JNA		156	JNA		24	JNA	2	4	JNA	1	1	JPA	2	25	JPA	3	2
085	15	JNA		125	JPA		45	JNA	2	14	JNA	2	13	JNA	2	156	JNA	2	2
086	356	JNA		6	JNA		24	JNA	2	14	JPA	3	3	JA	2	156	JPA	3	2
087	35	JNA		25	JNA		235	JNA	2	46	JPA	3	34	JNA	2	145	JPA	3	2
088	36	JNA		2	JNA		14	JNA	2	24	JNA	2	13	JPA	3	16	JPA	3	2
089	36	JNA		14	JNA	*	4	JNA	1	13	JA	3	12	JPA	3	16	JPA	3	2
090	2	JNA		5	JPA		1	JNA	2	3	JPA	2	1	JNA	1	2	JPA	2	2
091	16	JNA		12456	JPA	*	2	JNA	1	14	JNA	2	15	JPA	3	6	JNA	1	2
092	15	JNA		2	JNA		0	JNA	1	123	JNA	2	14	JNA	2	136	JNA	2	2
093	15	JNA	*	1456	JPA	*	135	JPA	3	13	JA	3	14	JNA	2	126	JPA	3	3
094	13	JNA		46	JNA	*	23	JNA	2	14	JNA	2	13	JPA	3	12	JNA	2	2
095	15	JNA		156	JNA		2	JNA	1	13	JNA	2	1	JPA	2	145	JNA	2	2
096	5	JPA		6	JPA		2	JPA	2	146	JNA	2	123	JNA	2	25	JNA	2	2
097	1236	JNA		12456	JNA		1345	JNA	2	1346	JNA	2	14	JNA	2	12346	JNA	2	2

3.3.3. Perfis de conecções sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES III

N=24	Cc				C _{MC}				C _{CP}				C _{DSI}				C _{DSE}				
	Afirm I-VI	JUST	Mito C _c	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Mito C _{MC}	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-V	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	
	098	1	JNA		1	6	JPA	*	2	2	JPA	1	1 2 4	JNA	2	1 3	JPA	3	1 5 6	JNA	2
099	1 5	JNÁ		2	5	JPÁ	*	2	2 4 5	JNA	2	1 2 4 6	JNA	2	1 3 4	JPA	3	1 2 3 6	JPA	3	2
100	1 5	JNA		2	2	JA	*	2	2 4	JPA	3	1 4	JPA	3	1 2	JNA	2	1 5	JPA	3	3
101	3 5	JNA		2	2 4	JÁ	*	3	2 3 4	JPA	3	1 4	JPA	3	1 2 4	JPA	3	2 5	JNA	2	3
102	1 2	JNA		2	2 5	JNA		2	1 4 5	JNA	2	1 6	JNA	2	1 2 3	JPA	3	1 5 6	JNA	2	2
103	1 2 3	JNA	*	2	2	JA	*	2	1 2 3 4	JPA	3	1 2 3 4	JNA	2	1 4	JNA	2	1 2 3 4 5 6	JNA	2	2
104	3 5 6	JPA		3	4	JPA	*	2	2	JPA	2	1 3 4	JNA	2	1 4	JPA	3	1 5 6	JPA	3	3
105	3 5	JNA	*	2	2 6	JNA	*	2	4	JNA	1	1 4	JNA	2	1 3	JNA	2	2 6	JPA	3	2
106		JNA	s6*	1	1 4 5 6	JNA	*	2	2 4 6	JNA	2	1 2 4	JNA	2	1 2 5	JA	4	1	JNA	1	2
107	2 3	JNA		2	2 6	JPA	*	3	2 3 4	JNA	2	1 2 3 4	JPA	3	1 3 4	JNA	2	2 4 5	JNA	2	2
108	2 5 6	JPÁ		3	6	JPA	*	2	2	JPA	2	1 4	JA	3	1	JPA	2	1	JPA	2	2
109	3 5	JNA	*	2	2 6	JNA		2	4	JPA	2	1	JA	2	1	JPA	2	3	JNA	1	2
110	2 3	JPÁ		3	2 5	JPÁ		3	1 4	JÁ	3	1 4	JNÁ	2	1 3	JNA	2	1 2	JNA	2	3
111	1 5 6	JNA		2	5 6	JA	*	3	1 3 6	JPA	3	2 4	JPA	3	1 3	JNA	2	1 3 6	JNA	2	3
112	2 3	JPA		3	4 6	JPA		3	1 4	JPA	3	1 4	JNA	2	1	JA	2	1 2	JNA	2	3
113	2 3	JA		3	4 6	JNA	*	2	2	JNA	1	1 2 3 5	JNA	2	1 2 5	JPA	3	1 2	JNA	2	2
114	5	JNA		1	2 5 6	JNA		2	2 4	JPA	3	1 2	JNA	2	2 4	JNA	2	1 4 5	JPA	3	2
115	2 6	JNA		2	2 6	JNA		2	1 2 3	JNA	2	1 3 4 6	JNA	2	1 3	JNA	2	1 2	JNA	2	2
116	1 2 5	JPA		3	1 2	JNA		2	2 3 4	JNA	2	1	JNA	1	4	JNA	1	1	JPA	2	2
117	1 2	JPA		3	4 5	JNA	*	2	2 3 4 5	JNA	2	2 4	JNA	2	1	JA	2	1 2 5 6	JNA	2	2
118	3 5	JNA		2	2	JPA	*	2	2 4	JNA	2	1 3	JPA	3	1 3	JNA	2	2 6	JPA	3	2
119	1 3 5 6	JNA		2	1 4	JA	*	3	1 2 3 5	JPA	3	1 3 4 6	JNA	2	1 3	JNA	2	1 4 6	JPÁ	3	3
120	1 5	JPA		3	2 4 6	JPA	*	3	2 3 4 5 6	JNA	2	2 4	JNA	2	1 3	JNA	2	1 5 6	JNA	2	2
121	1 2 3 6	JNA		2	1 2 6	JNA	*	2	1 2 3 4	JNA	2	1 2 3 4 6	JNA	2	1 3 4	JPA	3	1 2 3 4 5 6	JPA	4	3

3.3.4. Perfis de concepções sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES IV

N=30	C _C			C _{MC}			C _{DF}			C _{DP}			C _{DSI}			C _{DSE}			Pf G		
	Afirm I-VI	JUST C _C	Mito C _C	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST C _{MC}	Mito C _{MC}	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST 1-4	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST I-V	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST I-VI	Pf 1-4	Afirm I-VI		JUST I-VI	Pf 1-4
122	1 3	JNA		2	2	JNA		1	2	JPA	2	1	JNA	1	1	JPA	2	2	JPA	2	2
123	3 5	JPA		3	2 4	JNA		2	4	JNA	1	1 4	JPA	3	1	JA	2	1 6	JPA	3	2
124	5	JNA		1	1	JNA		1	2	JNA	1	1 2	JNA	2	1	JNA	1	1	JNA	1	1
125	1 3	JPA		3	2 6	JA		3	2 4	JNA	2	1 4	JNA	2	1 4	JPA	3	1 5	JNA	2	3
126	1 2	JNA		2	4 6	JNA		2	1 2 5 6	JNA	2	1 2 3 4 5 6	JPA	4	1 2 3 4 5	JNA	2	1 2 3 5 6	JNA	2	2
127	2	JNA	*	1	1	JPA	*	2	1	JNA	1	1 4	JNA	2	1	JNA	1	2 5 6	JPA	3	2
128	1 3	JNA		2	6	JNA		1	2 4	JNA	2	1 4 6	JNA	2	1 3	JNA	2	1 3 5 6	JPA	3	2
129	3	JPA		2	2 4 6	JNA		2	3	JPA	2	1 4	JPA	3	2	JNA	1	1 3 6	JPA	3	2
130	1 3 5	JNA		2	1 2 6	JNA		2	2 3 5	JNA	2	1 3	JNA	2	1 3	JPA	3	1 5 6	JPA	3	2
131	1 3	JNA		2	5 6	JNA		2	2 3 4	JNA	2	4 6	JNA	2	1 3	JNA	2	4 5	JPA	3	2
132	3	JNA		1	2	JNA		1	2 3	JNA	2	1 2 3	JNA	2	4	JNA	1	1 2 5 6	JNA	2	1
133	2 6	JA		3	2 6	JA		3	2 3	JA	3	4 6	JNA	2	1 3	JNA	2	1 5	JPA	3	3
134	2 3 5 6	JNA		2	1 2 4 5 6	JNA		2	3 4 5	JNA	2	1 2 4 6	JPA	3	1 2 3	JNA	2	1 2 5 6	JNA	2	2
135	2 3 6	JNA		2	2 6	JNA		2	2 4 6	JPA	3	1 4	JPA	3	1 3	JNA	2	2 5 6	JPA	3	3
136	2 3 6	JPA		3	2 6	JPA		3	2 3 4	JNA	2	2 4 6	JPA	3	1 3	JA	3	2 5 6	JPA	3	3
137	2 3 5	JPA		3	2 4 6	JPA		3	1 2 3	JNA	2	4 6	JPA	3	1 2 3	JNA	2	1 4 5	JNA	2	3
138	2 3 6	JPA		3	2 4 6	JNA		2	1 2 4	JNA	2	1 4 6	JPA	3	1 3	JPA	3	1 2 5 6	JNA	2	3
139	1 3 5 6	JNA		2	1 4 5 6	JPA		3	1 2 4 5	JPA	3	1 2	JNA	2	1 2 5	JPA	3	1 2 3 5 6	JNA	2	3
140	3 6	JPA		3	4 6	JA		3	2 3 6	JA	4	1 4 5	JA	4	1 2	JPA	3	1 2 3 4 5 6	JPA	4	4
141	2 5	JNA	*	2	6	JNA		1	3 4 6	JPA	3	2 4 5	JPA	3	1 2 3 4 5	JA	4	2 5 6	JNA	2	3
142	3 5 6	JNA		2	4 6	JNA		2	2 3 6	JPA	3	1 4 5	JNA	2	1 3	JNA	2	1 2 4 5 6	JNA	2	2
143	2 3	JNA		2	1 2	JNA		2	2 3	JNA	2	4	JPA	2	1	JPA	2	1 2	JPA	3	2
144	3 6	JPA		3	2 6	JNA		2	2 3	JPA	3	1	JA	2	1	JPA	2	1 5 6	JNA	2	2
145	3	JPA		2	1	JPA	*	2	1 2	JNA	2	1	JA	2	1	JA	2	1	JNA	1	2
146	1 3	JNA		2	1 2 4 5 6	JNA	*	2	3 4 5	JNA	2	1	JA	2	1 3	JA	3	1 5 6	JPA	3	2
147	3 5	JPA		3	2 5 6	JA		4	1 4	JA	3	1 2 3 4	JNA	2	1 3	JPA	3	1 3 5 6	JPA	3	3
148	2 5	JA	*	3	2 4 5 6	JPA		3	1 4 6	JNA	2	1 2 4	JNA	2	1 3 4	JNA	2	1 3 6	JNA	2	2
149	2 5 6	JNA		2	4 6	JPA		3	2 4	JNA	2	1 4 6	JNA	2	1 3 5	JNA	2	5	JPA	2	2
150	3	JA		2	1 4 6	JPA		3	2 3	JPA	3	1 4 6	JA	4	1 3	JPA	3	1 5	JNA	2	3
151	3 6	JA		3	2 4 6	JPA		3	6	JPA	2	4 5	JA	3	3	JNA	1	4 5 6	JNA	2	2

3.3.5. Perfis de conecções sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES V

N=20	C _c			C _{mc}			C _{df}			C _{dp}			C _{dsi}			C _{dse}			Pf 1-4 G
	Afirm I-VI	JUST	Mito C _c	Afirm I-VI	JUST	Mito C _{mc}	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-V	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	
152	3	JNA		6	JPA		2,4	JNA	2	1,4	JNA	2	1	JNA	1	1	JNA	1	2
153	2,3	JNA		6	JPA	*	1,2	JPA	3	2,4	JPA	3	1,5	JNA	2	1,6	JNA	2	2
154	2,3,5,6	JNA		1,4,5,6	JPA	*	2,3,6	JPA	3	1,3,4,5,6	JNA	2	1,2,3,4,5	JNA	2	1,2,4,5,6	JPA	4	3
155	2,6	JNA			JA	só*	2,4	JNA	2	1,3	JNA	2	1,3	JPA	3	1,2,5	JNA	2	2
156	2,3	JNA		2,6	JNA		4	JNA	2	2,4	JNA	2	1	JPA	2	5,6	JPA	3	3
157	6	JNA		2,5,6	JNA		2,3	JNA	2	1,2,3	JNA	2	1,3	JNA	2	1,2,5	JNA	2	2
158	5	JPA			JA	só*	3	JNA	1	4,6	JNA	2	3,5	JPA	3	2,5	JNA	2	2
159	2	JNA		6	JPA	*	1,3	JPA	3	1,3,4	JPA	3	1,2	JNA	2	2,5,6	JNA	2	2
160	1,3,5	JNA		4,6	JNA	*	2,3,5	JNA	2	1,3,4,5,6	JNA	2	1,3,5	JPA	3	1,2,6	JPA	3	2
161	1,6	JNA	*	1,4,5	JPA		1,2,3	JNA	2	1,2,4,6	JNA	2	1,2,5	JNA	2	1,2,4,6	JPA	3	2
162	1,3,5	JNA		2,6	JNA	*	3,4	JNA	2	2,3,4	JPA	3	1,3,5	JNA	2	2,5	JPA	3	2
163	3	JNA		5	JPA		2	JNA	1	1,6	JNA	2	4	JPA	2	2,5	JNA	2	2
164	3	JA		1,6	JNA		2	JNA	1	1	JNA	1	3	JNA	1	2	JPA	2	2
165	2,3,6	JNA		6	JA	*	1,2,3,4	JPA	2	1,3,4	JNA	2	1,2	JNA	2	2	JPA	2	2
166	3	JNA		2,4	JPA		4	JNA	1	1	JPA	2	1,2	JPA	3	1,5,6	JNA	2	2
167	1,3,6	JPA		2,4,6	JPA		2,4,6	JNA	2	1,3,4,6	JPA	3	1,3,4	JNA	2	1,2,3,5,6	JNA	2	3
168	1,3	JA		1,6	JNA		2,3	JA	3	1,4	JNA	2	1	JPA	2	1	JNA	1	2
169	1	JNA		1	JPA		2	JPA	2	4	JA	2	3	JA	2	1	JA	2	2
170	1,5	JNA		6	JNA	*	1,2,3,5	JNA	2	1,4	JPA	3	1	JNA	1	2	JPA	2	2
171	1,6	JNA		5,6	JNA		2,4,6	JNA	2	2	JNA	1	3,4	JNA	2	1,2,6	JPA	3	2

3.3.6. Perfis de conecções sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES VI

N=15	C _C			C _{MC}			C _{DF}			C _{DP}			C _{DSI}			C _{DSE}			Pf G
	Afirm I-VI	JUST	Mito C _C	Afirm I-VI	JUST	Mito C _{MC}	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-V	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	
172	1 3	JNA		1 6	JPA		2 4 5	JNA	2	1 3 4	JPA	3	3 4	JPA	3	1 2 6	JNA	2	3
173	3 5	JNA		6	JNA	*	2 3 6	JNA	2	3 4 6	JA	4	3	JNA	1	5 6	JPA	3	2
174	2 3 5	JNA		4	JA	*	2 3	JA	3	1 4	JPA	3	1 3	JPA	3	2 5 6	JNA	2	3
175	2 3	JNA	*	1 5	JPA	*	4 5 6	JNA	2	2 3 4	JPA	3	1 4	JA	3	1 2 6	JNA	2	3
176	1 3	JPA	*	4 5 6	JNA		2 3 4	JA	4	1 4 6	JPA	3	1 3	JA	3	1 5 6	JA	4	3
177	2 5	JNA		4	JNA	*	2 3	JNA	2	1 4	JA	3	3	JPA	2	2 6	JNA	2	2
178	3 6	JPA		6	JPA	*	4 6	JA	3	4	JPA	2	1	JNA	1	5	JPA	2	2
179	1 3	JNA		2 6	JNA	*	2 6	JNA	2	1 4	JA	3	1 2 5	JPA	3	1 5	JPA	3	3
180	2	JPA	*	2 4	JNA		2 3	JNA	2	1 6	JA	3	1 3	JNA	2	5 6	JPA	3	2
181	3	JNA		2 4	JPA		2 5	JNA	2	4 6	JA	3	1 4	JPA	3	1 4	JPA	3	3
182	2 3	JPA		5	JNA	*	1 3	JNA	2	1 4	JPA	3	1 3	JNA	2	2	JA	2	2
183	2 5	JPA		5	JNA	*	4	JPA	2	1 3 5	JNA	2	1 5	JPA	3	1 4 6	JNA	2	2
184	2 3	JPA		1 2 6	JPA		2 3 6	JPA	3	1 2 4	JNA	2	1 3	JNA	2	2 4 6	JPA	3	3
185	1 3 6	JA		1 2 6	JPA		2 5	JNA	2	1 5 6	JPA	3	1 3 4	JPA	3	1 4 5	JA	4	3
186	6	JNA		2 5 6	JNA		2	JA	2	1 2 3 4	JPA	3	1 3	JNA	2	1 2 3 4 5 6	JPA	4	2

3.3.7. Perfis de conecções sobre ciência atribuídos aos estudantes da ES VII

N=36	Cc				C _{MC}				C _{DF}				C _{DP}				C _{DSI}				C _{DSE}				Pf G
	Afirm I-VI	JUST	Mito Cc	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Mito C _{MC}	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-V	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4	Afirm I-VI	JUST	Pf 1-4		
187	3 6	JNA		2	1 2 4 6	JNA	*	2	2 3 6	JPA	3	1 2 4 6	JNA	2	1 3 4	JPA	3	1 2 3 5 6	JNA	2	1 2 3 5 6	JNA	2	2	
188	2	JNA		1	6	JNA		1	4	JNA	1	1	JPA	2	3	JPA	2	36	JNA	2	36	JNA	2	2	
189	6	JNA		1	1 4	JA		3	2 4	JNA	2	1 4	JPA	3	3	JNA	1	2 5	JNA	2	2 5	JNA	2	2	
190	1 2 3 5 6	JPA	*	4	1 2 4 5 6	JNA	*	2	2 4 5	JPA	3	1 4 5	JNA	2	1	JNA	1	2 3 4 6	JPA	3	2 3 4 6	JPA	3	3	
191	3	JNA		1	2	JPA		2	1 4	JA	3	1 4 5	JNA	2	3	JA	2	4 5	JPA	3	4 5	JPA	3	2	
192	1 5 6	JNA	*	2	2 6	JNA	*	2	2 4 5 6	JNA	2	1 3 4 6	JNA	2	1 2 3	JNA	2	1 2 5	JNA	2	1 2 5	JNA	2	2	
193	1 3 6	JNA		2	1 6	JNA		2	2	JA	2	1 6	JPA	3	1 3 4	JNA	2	1 2 5	JNA	2	1 2 5	JNA	2	2	
194	3 5	JNA		2	4 6	JNA		2	1 4	JNA	2	4	JNA	2	1 3	JPA	3	2 5 6	JPA	3	2 5 6	JPA	3	2	
195	1 5	JPA		3	1 5	JNA		2	2 4	JPA	3	1 4 5 6	JNA	2	2 3 4	JNA	2	1 4 6	JNA	2	1 4 6	JNA	2	2	
196	1 2 3 5 6	JPA		4	2 4 6	JNA	*	2	1 2 4	JPA	3	1 2 4	JA	4	1 3	JPA	3	1 2 4	JPA	3	1 2 4	JPA	3	3	
197	2 3 5	JPA		3	1 2 6	JNA		2	2 3 6	JPA	3	1 2 4 6	JNA	2	1 3	JNA	2	1 4 5	JPA	3	1 4 5	JPA	3	3	
198	2 6	JPA		3	1 6	JPA	*	3	2	JNA	1	1 2	JNA	2	1 2 4	JNA	2	1 5	JNA	2	1 5	JNA	2	2	
199	1 3	JPA		3	4 5 6	JA		4	2 3	JA	3	1 3 4	JPA	3	1 3 4	JNA	2	1 2 4 5	JNA	2	1 2 4 5	JNA	2	3	
200	3	JNA		1	2 6	JNA		2	3 5	JNA	2	1 2	JNA	2	1	JNA	1	5	JNA	1	5	JNA	1	1	
201	3	JA		2	4 6	JA		3	3 4	JPA	3	1 3	JNA	2	1	JA	2	5	JPA	2	5	JPA	2	2	
202	3 6	JNA		2		JNA	so*	1	4 5	JNA	2	3	JNA	1	5	JNA	1	4 5	JNA	2	4 5	JNA	2	1	
203	6	JNA		1	6	JNA		1	1	JNA	1	1	JPA	2	1	JNA	1	1	JNA	1	1	JNA	1	1	
204	1	JNA		1	6	JNA		1	1	JPA	2	1	JPA	2	3	JNA	1	1	JNA	1	1	JNA	1	1	
205	3 5	JPA	*	3	1 6	JNA	*	2	2 4 5	JNA	2	1 4 6	JPA	3	1 3	JNA	2	2 5	JNA	2	2 5	JNA	2	2	
206	1 3 5	JNA		2	1 4	JPA		3	6	JNA	1	1 4	JNA	2	1 3 4	JNA	2	1 2	JPA	3	1 2	JPA	3	2	
207	3 5	JNA		2	2 4	JPA		3	4 5	JPA	3	1 3 4	JNA	2	5	JNA	1	4 5	JNA	2	4 5	JNA	2	2	
208	1 3 6	JNA		2	1 6	JPA		3	3 4	JNA	2	1 3	JPA	3	1 2	JNA	2	1 2 5	JNA	2	1 2 5	JNA	2	2	
209	1 6	JPA		3	6	JNA	*	1	3	JNA	1	1 3 6	JNA	2	2 4	JNA	2	2	JNA	2	2	JNA	1	2	
210	1	JNA		1	4	JPA		2	5 6	JNA	2	2 3	JPA	3	1 3	JNA	2	5 6	JNA	2	5 6	JNA	2	2	
211	1 5 6	JA		4	4 6	JNA		2	2 3	JA	3	1 2	JNA	2	1	JNA	1	2 5	JNA	2	2 5	JNA	2	2	
212	1 2 3	JNA		2	2 6	JNA		2	2 4	JNA	2	1 2 6	JNA	2	1 3	JNA	2	1 2 6	JNA	2	1 2 6	JNA	2	2	
213	1 5	JNA	*	2	2 4 6	JNA		2	1 4 6	JNA	2	1 2 3 4	JNA	2	3 4 5	JNA	2	1 3 5 6	JNA	2	1 3 5 6	JNA	2	2	
214	1 3 5	JNA		3	5 6	JNA	*	2	2	JNA	1	1 4	JNA	2	1 3	JNA	2	1 2 5 6	JNA	2	1 2 5 6	JNA	2	2	
215	2	JNA	*	1	2 4	JNA		2	1 2 3	JNA	2	4	JNA	1	1 3	JNA	2	1 5 6	JNA	2	1 5 6	JNA	2	2	
216	2 3	JNA		2	1 2 5	JNA		2	1 2	JNA	2	1 4	JNA	2	1 4	JNA	2	1	JNA	1	1	JNA	1	2	
217	2 6	JNA		2	2 5 6	JNA		2	2	JNA	1	1 4	JNA	2	3 4	JNA	2	2 5	JNA	2	2 5	JNA	2	2	
218	6	JNA		1		JNA	so*	1	3	JNA	1	4	JNA	1	3	JNA	1	2 5	JNA	2	2 5	JNA	2	1	
219	1 2 3	JNA	*	2	2 4 6	JNA		2	1 2 4	JNA	2	1 3 4	JNA	2	1 3	JNA	2	1 2 4	JNA	2	1 2 4	JNA	2	2	
220	1	JPA	*	2	2 4 5 6	JPA		3	1 2	JNA	2	1 4	JNA	2	1 2	JNA	2	1 2 5 6	JNA	2	1 2 5 6	JNA	2	2	
221	5	JNA	*	1	2	JNA	*	1	2 5	JPA	3	3 4	JPA	3	1	JPA	2	1 2	JPA	3	1 2	JPA	3	2	
222	3	JNA		1	6	JPA		2	3	JNA	1	4	JNA	1	4	JNA	1	5	JPA	2	5	JPA	2	1	

APÊNDICE 4

INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DE PROGRAMAS DA ÁREA
DE DOCÊNCIA DO ESTUDO DO MEIO (LICENCIATURA
EM EDUCAÇÃO BÁSICA)

4.1. Dimensões metacientíficas (níveis de abrangência de conhecimentos e capacidades) - o que

Indicadores	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Objetivos	Não contemplam conhecimentos nem capacidades relativos a dimensão metacientífica.	Contemplam apenas conhecimentos de natureza genérica relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> Contemplam apenas capacidades associadas à dimensão metacientífica.	Contemplam conhecimentos de natureza genérica e capacidades relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> Contemplam apenas conhecimentos de natureza específica relativos à dimensão metacientífica.	Contemplam conhecimentos de natureza específica e capacidades relativos à dimensão metacientífica.
Temas	Não referem conhecimentos nem capacidades relativos à dimensão metacientífica.	Referem apenas conhecimentos de natureza genérica relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> Referem apenas capacidades associadas à dimensão metacientífica.	Referem conhecimentos de natureza genérica e capacidades relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> Referem apenas conhecimentos de natureza específica relativos à dimensão metacientífica.	Referem conhecimentos de natureza específica e capacidades relativos à dimensão metacientífica.
Orientações metodológicas	Não são abordados conhecimentos nem capacidades relativos à dimensão metacientífica.	São abordados apenas conhecimentos de natureza genérica relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> São abordados apenas capacidades associadas à dimensão metacientífica.	São abordados conhecimentos de natureza genérica e capacidades relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> São abordados apenas conhecimentos de natureza específica relativos à dimensão metacientífica.	São abordados conhecimentos de natureza específica e capacidades relativos à dimensão metacientífica.
Avaliação	Não são indicados, como objeto de avaliação, conhecimentos e capacidades relativos à dimensão metacientífica.	São indicados, como objeto de avaliação, apenas conhecimentos de natureza genérica relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> São indicados, como objeto de avaliação, apenas capacidades associadas à dimensão filosófica da construção da ciência.	São indicados, como objeto de avaliação, conhecimentos de natureza genérica e capacidades relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> São indicados, como objeto de avaliação, apenas conhecimentos de natureza específica relativos à dimensão metacientífica.	São indicados, como objeto de avaliação, conhecimentos de natureza específica e capacidades relativos à dimensão metacientífica.

Nota. O instrumento aplica-se a cada uma das DM (filosófica, histórica, psicológica, sociológica, sociológica interna e sociológica externa). Conhecimento de natureza genérica (Co_g) – não possibilita a clara identificação de nenhuma das perspectivas metacientíficas (discriminadas na Tabela complementar I do Instrumento 1), mas, apenas, a identificação da DM onde se pode integrar. Conhecimento de natureza específica (Co_{1,2,3...6}) – possibilita estabelecer a correspondência com perspectiva/s metacientíficas, identificando-se as características do conhecimento enunciadas para cada uma das DM, com a numeração que figura na Tabela I.

Contexto de transmissão/aquisição

Tabelas complementares do Instrumento 4.1

Tabela I - Perspetivas de abordagem do conhecimento metacientíficas (Lederman, 2007; McMullin, 1982; McMullin, 1984; Ziman, 1984, 2000)

DM		Perspetivas de abordagem
F1		O conhecimento é construído a partir de evidências obtidas através de procedimentos baseados em leis e teorias que possuem grande poder explicativo e capacidade de previsão da realidade.
F2		O conhecimento é construído a partir de evidências obtidas através de procedimentos rigorosos de observação, experimentação e interpretação de resultados, com capacidade de previsão sobre a realidade.
F3		O conhecimento é construído a partir de evidências obtidas através de procedimentos que o sujeitam permanentemente à testagem e à crítica lógica, podendo ser rejeitado a partir de novas observações e resultados.
F4	Filosófica (DF)	O conhecimento é construído a partir de evidências obtidas através de procedimentos controlados de observação e experimentação, visando descrever e explicar a realidade com coerência e exatidão.
F5		O conhecimento é construído a partir de evidências obtidas segundo procedimentos que seguem normas precisas para o testar e validar repetidamente, garantindo a sua coerência interna e a consistência com as leis e teorias existentes.
F6		O conhecimento é construído a partir de evidências obtidas através de procedimentos imaginativos e críticos baseados nas ideias existentes e nas convicções dos cientistas, dando lugar a novos estudos e investigações.
H1	Histórica (DH)	Corpo de conhecimento, acumulado ao longo do tempo e em permanente evolução
H2		Comunicação, publicação e divulgação do conhecimento
H3		Recurso ao 'arquivo' de publicações como fonte do conhecimento, acessível à comunidade científica
DP1		Os cientistas são competentes, no trabalho investigativo, e persistentes na busca de resultados significativos.
DP2		A imaginação, a criatividade são essenciais para a construção do conhecimento científico
DP3		Os cientistas têm que possuir coragem para refletir criticamente sobre os seus resultados e para os submeter à crítica dos seus pares.
DP4	Psicológica (DP)	Os cientistas possuem habitualmente grande curiosidade e a capacidade de se questionarem sobre a realidade mesmo quando se deparam com fenómenos ou resultados inesperados.
DP5		A postura ética dos cientistas (honestidade ou desonestidade intelectual), em relação a: ambições de carreira, obtenção de vantagens financeiras, desejo de reconhecimento e fama, reação a pressões externas,... influencia o seu trabalho.
DP6		Os cientistas têm que ter flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza, inerentes ao trabalho científico, e as críticas dos seus pares (humildade).
DSI1		A defesa de diferentes explicações sobre os mesmos problemas, conduz à emergência de controvérsias no seio da comunidade científica.
DSI2		Os grupos de investigação rivais competem entre si na apresentação de resultados, disputando a autoria de descobertas e invenções.
DSI3		Os cientistas divulgam os resultados das suas investigações, por diversos meios, possibilitando o acesso ao conhecimento produzido na comunidade científica.
DSI4	Sociológica interna (DSI)	Os cientistas fazem parte de grupos de investigação multidisciplinares colaborando uns com os outros para a produção do conhecimento, de acordo com os modelos teóricos que orientam os estudos.
DSI5		Os cientistas competem entre si pela rápida publicação dos resultados das suas investigações, de modo a obterem o reconhecimento dos seus pares.
DSE1		As ideias e aplicações científicas têm impactos positivos e negativos na sociedade, gerando por vezes, controvérsias (C-S)
DSE2		A tecnologia fornece à ciência novos instrumentos e procedimentos de investigação que a fazem avançar (T-C)
DSE3		As novas ideias e aplicações científicas associadas às produções tecnológicas influenciam as decisões políticas e socioeconómicas (C-T-S)
DSE4	Sociológica externa (DSE)	Os cientistas podem ser condicionados no seu trabalho pelas políticas e investimentos do Governo e das empresas e, ainda, pela influência que os movimentos de cidadãos podem ter nesses campos, trazendo eventuais controvérsias ao debate público (S-C)
DSE5		Alguns problemas que a sociedade enfrenta levam os cientistas a procurar responder-lhes através de novas soluções, instrumentos e procedimentos (S-C-T)
DSE6		As novas ideias e aplicações da ciência influenciam as inovações e produções tecnológicas (C-T)

Tabela II - Capacidades associadas à metaciência (dimensões metacientíficas)

DM	Capacidades
Filosófica (DF)	<p>Capacidades investigativas: Observar (qualitativa e quantitativa); interpretar dados (inferências); formular problemas e hipóteses; planejar experiências; prever; avaliar resultados.</p> <p>Identificar características de uma 'boa' teoria: exatidão preditiva; coerência interna; consistência externa; capacidade unificadora; fecundidade.</p> <p>Apreciar normas relativas ao trabalho investigativo, (rigor na observação, medição e registro de dados; rigor na interpretação dos dados; respeito pelos dados obtidos e atitude crítica na avaliação dos resultados) reconhecendo a necessidade do seu cumprimento.</p>
Histórica (DH)	<p>Analisar dados recolhidos segundo um determinado modelo teórico (dos antigos aos atuais).</p> <p>Reconhecer a importância da publicação e divulgação do conhecimento e do recurso ao "arquivo" como fonte do conhecimento científico.</p>
Psicológica (DP)	<p>Identificar comportamentos de ética profissional associados ao trabalho científico.</p> <p>Reconhecer atitudes inerentes ao trabalho científico: curiosidade; persistência; imaginação e criatividade; coragem na reflexão crítica sobre o trabalho efetuado; flexibilidade (humildade) para aceitar o erro e a incerteza; respeito pela ética científica.</p> <p>Reconhecer os condicionais da atividade científica inerentes à natureza humana: honestidade/desonestidade intelectual; ambições de carreira ou de vantagens financeiras; desejo de reconhecimento e fama; reação a pressões externas.</p>
Sociológica interna (DSI)	<p>Avaliar a validade, coerência, consistência e fecundidade das teorias em função dos fatores internos à comunidade científica (teorias e modelos de investigação prosseguidos).</p> <p>Capacidade de comunicação: expor ideias; argumentar (controvérsias); divulgar resultados de pesquisa.</p> <p>Identificar diferentes atitudes e comportamentos inerentes ao trabalho na comunidade científica: colaboração; competição; rivalidade; confronto de ideias e argumentação</p>
Sociológica externa (DSE)	<p>Pensamento crítico: selecionar, analisar e avaliar criticamente informações em situações concretas; argumentar, com fundamento, sobre problemas/assuntos científicos socialmente controversos; apresentar posições fundamentadas quanto à defesa e melhoria da qualidade de vida e do ambiente.</p> <p>Apreciar a articulação do conhecimento científico com o tecnológico, reconhecendo a interdependência entre as duas componentes para o avanço do conhecimento.</p> <p>Reconhecer o significado das influências recíprocas do conhecimento científico e tecnológico com a sociedade e o direito à informação fiável facilitadora da intervenção cidadã.</p>

4.2. Relação intradisciplinar entre metacência e ciência (MC-C) – o como

Indicadores	C ⁺⁺	C ⁺	C [·]	C ^{··}
<i>Objetivos</i>	Contemplam apenas conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos	Contemplam conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos mas não é contemplada qualquer relação entre eles.	Contemplam uma ténue relação entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.	Contemplam uma relação interligada entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.
<i>Temas</i>	Referem apenas conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos	Referem conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos sem haver uma relação entre eles.	Referem uma ténue relação entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.	Referem uma relação interligada entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.
<i>Orientações metodológicas</i>	São abordados apenas conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos	São abordados conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos, mas não é abordada a relação entre eles.	É abordada uma ténue relação entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.	É abordada uma relação interligada entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.
<i>Avaliação</i>	Apenas são indicados, como objecto de avaliação, conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	São indicados, como objeto de avaliação, tanto os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos como os conhecimentos científicos, mas não a relação entre eles.	É indicada, como objeto de avaliação, uma ténue relação entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.	É indicada, como objeto de avaliação, uma relação interligada entre conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e conhecimentos científicos.

Contexto de transmissão/aquisição

Contexto de avaliação

4.3. Critérios de avaliação – Grau de explicitação da metaciência (conhecimentos e/ou capacidades)

Indicadores	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁻
Objetivos	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma clara e muito explícita.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma explícita.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma genérica.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apenas referidos.
Temas	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma clara e muito explícita.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma explícita.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apresentados de forma genérica.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apenas referidos.
Orientações metodológicas	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são abordados de forma clara e muito explícita.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são abordados de forma explícita.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são abordados de forma genérica.	Os conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica são apenas referidos.
Avaliação	São dadas orientações claras e muito explícitas sobre os conhecimentos e/ou capacidades, a avaliar, relativos à dimensão metacientífica.	São dadas orientações explícitas sobre os conhecimentos e/ou capacidades, a avaliar, relativos à dimensão metacientífica.	São dadas orientações genéricas sobre os conhecimentos e/ou capacidades, a avaliar, relativos à dimensão metacientífica.	Não são dadas orientações sobre os conhecimentos e/ou capacidades, a avaliar, relativos à dimensão metacientífica.

Nota. O instrumento aplica-se a cada uma das dimensões metacientíficas (filosófica, histórica, psicológica, sociológica interna e sociológica externa).

APÊNDICE 5

TABELAS GERAIS DE ANÁLISE DOS PROGRAMAS DA
ÁREA DE DOCÊNCIA DO ESTUDO DO MEIO
(LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO BÁSICA)

5.1. Análise de o que – dimensões metacientíficas (conhecimentos e/ou capacidades)

Programas	Indicador	Dimensões metacientíficas ESI																																									
		DF						DH						DP						DSI						DSE																	
		N1	N2		N3	N4	N1	N2		N3	N4	N1	N2		N3	N4	N1	N2		N3	N4	N1	N2		N3	N4	N1	N2		N3	N4												
	[1°]		[2°]	[1°]				[2°]	[1°]				[2°]	[1°]				[2°]	[1°]				[2°]	[1°]				[2°]	[1°]			[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]
C. Físicas e Químicas	Objeto	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	✓	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-											
	Teoria	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-											
	Objetos	✓	✓✓✓✓	-	✓✓✓✓✓✓	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-												
	Atividades	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-													
Ciência e Sociedade	Objetos	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-												
	Teoria	✓✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-													
	Objetos	✓✓	-	-	-	✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-													
	Atividades	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
Ciências Naturais	Objetos	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	✓	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-												
	Teoria	✓✓	-	-	-	✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓	-	-	-	-	-													
	Objetos	-	✓	-	-	✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓✓	-	-	-	-	-													
	Atividades	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
Total Níveis		35	3	14	1	0	0	50	1	0	1	1	0	0	52	0	1	0	0	0	0	46	4	3	1	0	0	39	6	1	6	1	1										
Total geral		53																								53						54						54					

Nota. As diferenças verificadas no total dos excertos significam que, em algumas DM, havia excertos classificados como ambíguos que não se registraram nos parciais.

Programas		Dimensões metacientíficas ES II																													
		DF						DH						DP						DSI						DSE					
		N1	N2		N3		N4		N1	N2		N3		N4		N1	N2		N3		N4		N1	N2		N3		N4		Amb.	
Ciências do Ambiente	Objet.	√√√	-	√	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√	-	√√	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	-	-	
	Temas	√√√√√	-	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	-	-		
	O. Met.	√	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-		
	Av.	√	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-		
	Objet.	√√√√√	-	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	-	-		
Ciências Naturais	Temas	√√√√√	-	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	-	-		
	O. Met.	√	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-		
	Av.	√	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-		
Total Níveis		27	0	2	0	0	0	29	0	0	0	0	29	0	0	0	0	26	0	3	0	0	26	0	0	0	0	0	0		
Total geral		29						29						29						29						0					

Nota. As diferenças verificadas no total dos excertos significam que, em algumas DM, havia excertos classificados como ambíguos que não se registraram nos parciais.

Programas		Dimensões metacientíficas ES III																												
		DF				DH				DP				DSI				DSE												
		N1	N2 [1º] [2º]	N3 [1º] [2º]	N4	N1	N2 [1º] [2º]	N3 [1º] [2º]	N4	N1	N2 [1º] [2º]	N3 [1º] [2º]	N4	N1	N2 [1º] [2º]	N3 [1º] [2º]	N4	N1	N2 [1º] [2º]	N3 [1º] [2º]	N4 Amb.									
Objet.	√√√	-	√	-	√	√√√√√	-	√	√√√√√	-	-	-	√√√√√	-	-	-	√√√√√	√	-	-	√√									
Temas	√√√√√ √√√√√ √√√√√	-	-	-	√√√√√ √√√√√ √√√√√	-	-	-	√√√√√ √√√√√ √√√√√	-	-	-	√√√√√ √√√√√ √√√√√	-	-	-	√√√√√ √√√√√ √√√√√	-	-	-	-									
O. Met.	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√									
Av.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√									
Objet.	√√	-	√√	-	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	-	√√√√	√	-	-	√√									
Tem	√√√√√	-	-	-	√√√√√	-	-	-	√√√√√	-	-	-	√√√√√	-	-	-	√√√√√	√	-	-	√√									
O. Met.	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√									
Av.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√									
Objet	√√√	-	√	-	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	-	√									
Temas	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	-									
O. Met.	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√									
Av.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√									
Objet.	√√√	-	√	-	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	-	√√√√	√	-	-	√√									
Temas	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	-									
O. Met.	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√									
Av.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√									
Total Níveis	44	0	5	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	51									
Total geral																				55					55					13

Nota. As diferenças verificadas no total dos excertos significam que, em algumas DM, havia excertos classificados como ambíguos que não se registraram nos parciais.

Programas		Dimensões metacientíficas ES IV																								
		DF					DH					DP					DSI					DSE				
		N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N4 Amb.				
		[1º] [2º]	[1º]	[2º]	[1º] [2º]	[1º] [2º]	[1º]	[2º]	[1º] [2º]	[1º] [2º]	[1º]	[2º]	[1º] [2º]	[1º] [2º]	[1º]	[2º]	[1º] [2º]	[1º] [2º]	[1º]	[2º]	[1º] [2º]	[1º] [2º]				
Objet.	√√√√	-	√	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	√√√√	-	-	-	-	√√√√	-	-	-	-			
Temas	√√√√	-	-	-	-	√√√√	-	-	√√√√	-	-	-	-	√√√√	-	-	-	-	√√√√	-	-	-	-			
O. Met.	√	-	√	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-			
Av.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Objet.	√√√√	-	-	-	-	√√√√	-	-	√√√√	-	-	-	-	√√√√	-	-	-	-	√√√√	-	-	-	-			
Temas	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	-	√√√√ √√√√ √√√√	-	-	-	-			
O. Met.	√	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-			
Av.	√	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-			
Total Níveis	25	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	29	0	0	0	0			
Total geral	27										29										29					2

Nota. As diferenças verificadas no total dos excertos significam que, em algumas DM, havia excertos classificados como ambíguos que não se registraram nos parciais.

Programas	Indicador	Dimensões metacientíficas ES V																							
		DF				DH				DP				DSI				DSE							
		N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4				
		[1º]	[2º]	[1º]	[2º]	[1º]	[2º]	[1º]	[2º]	[1º]	[2º]	[1º]	[2º]	[1º]	[2º]	[1º]	[2º]	[1º]	[2º]	[1º]	[2º]				
	Objet.	√√√	√√	-	-	√	-	-	-	√√√√√	√	-	-	-	√√√√√	√	-	-	-	√√√√√	√	√	-	-	
	Temas	√√√	-	-	-	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	
	O. Met.	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	√	
	Av.	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	
	Objet.	√√√√√	√√	-	-	√	-	-	-	√√√√√	√	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	√	√	-	-	
	Temas	√√√√√	-	-	-	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	√√√√√	-	-	-	-	
	O. Met.	-	-	-	-	-	-	-	-	√√	-	-	-	-	√√	-	-	-	-	√√	-	-	-	-	
	Av.	√	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	
	Total Níveis	24	4	7	0	0	0	0	0	34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	5	0	0	0
	Total geral	35				36				37				37				35				1			

Nota. As diferenças verificadas no total dos excertos significam que, em algumas DM, havia excertos classificados como ambíguos que não se registraram nos parciais.

Programas	Dimensões metacientíficas ES VI																																										
	DF					DH					DP					DSI					DSE																						
	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	Amb.																		
Objet.	✓✓✓ ✓✓✓	-	-	-	✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓✓✓ ✓✓✓	-	-	-	-	✓✓✓ ✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-																		
Temas	✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓	-	-	-	✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-	✓✓✓ ✓✓✓ ✓✓✓	-	-	-	-	✓✓✓ ✓✓✓ ✓✓✓	-	-	-	-	-	-	-																		
O. Met.	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-																		
Av.	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-																		
Objet.	✓✓✓ ✓✓✓				✓✓✓✓✓ ✓✓✓								✓✓✓ ✓✓✓					✓✓✓ ✓✓✓																									
Temas	✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓				✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓								✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓					✓✓✓✓✓ ✓✓✓✓✓																									
O. Met.		✓			✓								✓					✓																									
Av.	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-																		
Total Níveis	33	0	2	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0																		
Total geral	34																							35					37					36					34				

Nota. As diferenças verificadas no total dos excertos significam que, em algumas DM, havia excertos classificados como ambíguos que não se registraram nos parciais.

Programas	Indicador	Dimensões metacientíficas VII																																			
		DF						DH						DP						DSI						DSE											
		N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N4 Amb.											
Ciências Naturais	Objet.	√√√	-	√√√√	-	-	-	-	√√√√	√√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	-	-	-											
	Temas	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	√√√√	√√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	-	-	-											
	O. Met.	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
	Av.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√											
Ciências do	Objet.	√√√	-	-	-	√	-	-	√√√√	√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	-	-	-											
	Temas	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	√√√√	√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	-	-	-											
	O. Met.	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
	Av.	√	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-											
Saúde e Sociedade	Objet.	√√	-	-	-	√√	-	-	√√	√	-	-	-	√√	√	-	-	-	√√	√	-	-	-	-	-	-											
	Temas	√√√√	-	-	-	√√√√	-	-	√√√√	√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	√√√√	√	-	-	-	-	-	-											
	O. Met.	√√	-	-	-	√√	-	-	√√	√	-	-	-	√√	√	-	-	-	√√	√	-	-	-	-	-	-											
	Av.	√	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-											
Total Níveis	43	0	7	0	0	0	0	49	0	0	0	0	48	0	1	0	0	42	0	7	0	0	0	43	0	2	3	0	0								
Total geral	50												49												48												1

Nota. As diferenças observadas no total dos excertos significam que, em algumas DM, havia excertos classificados como ambíguos que não se registraram nos parciais.

5.2. Análise da relação entre a metacência e a ciência nos programas de cada uma das escolas

Escola Superior	Unidades de análise	Relação metacência-ciência					
		C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ⁻⁺	Amb	
ES I	N=38	√√√√√√√√√√ √√√√√√√√√√	-	√√√√√√√√	√√√√√√√√√√	√√	
ES II	N=4	√	√	√√	-	-	
ES III	N=28	√√√√√√√√	√√	√√√√√√√√√√	-	√√√√√√√√	
ES IV	N=8	√√	-	√√√	-	√√√	
ES V	N=22	√√√√√√√√√√√√	√	√√	√	√√√√√	
ES VI	N=10	√√	-	√√√√	-	√√√√	
ES VII	N=16	√√√	√√	√√√√√√√√	-	√√√√	
Total	N=126	52	6	33	9	26	

APÊNDICE 6

PROGRAMA DE *INTRODUÇÃO À DIDÁTICA DE*
ESTUDO DO MEIO
PLANO DE FORMAÇÃO - *GUIA DO PROFESSOR*

6.1. PROGRAMA DE UNIDADE CURRICULAR

<i>Curso:</i>	Licenciatura em Educação Básica	<i>Ciclo:</i>	1
<i>Ramo:</i>		<i>Ano:</i>	3º
<i>Designação:</i>	Introdução à Didática do Estudo do Meio	<i>Créditos:</i>	4
<i>Departamento:</i>	Ciências Sociais e Pedagogia / Ciências e Tecnologias	<i>Tipo:</i>	S
<i>Área científica:</i>	Didáticas Específicas	<i>Opção/Obrig</i>	Obrig

<i>Ano letivo</i>	<i>Docente:</i>	<i>Responsável da UC:</i>
2011/2012		Leonor Saraiva

<i>Total de Horas</i>	108	<i>Total de Horas de contacto:</i>	48
-----------------------	-----	------------------------------------	----

<i>Nº de horas de contacto:</i>					
<i>T – ensino teórico</i>	9	<i>TP – teórico-prático</i>	15	<i>PL – prático e laboratorial</i>	12
<i>TC – trabalho de campo</i>		<i>S – seminário</i>		<i>E – estágio</i>	
<i>OT – orientação tutória</i>	12	<i>O – outra</i>			

<i>Nº de Horas de trabalho autónomo</i>					
<i>Estágio</i>		<i>Projeto</i>	20	<i>Trabalho no terreno.</i>	
<i>Estudo</i>	30	<i>Avaliação</i>	10		

1.Introdução

As crianças estão constantemente a aprender coisas acerca do mundo em que vivem e possuem já algumas ideias bem firmes sobre o que as rodeia. Quando entram num contexto educativo formal, as ideias prévias que as crianças têm vão influenciar o modo como participam nas atividades educativas. Em muitos casos, a passagem de uma abordagem de senso comum e empírica para uma visão científica tem de ser uma das tarefas dos educadores.

Cabe aos educadores e professores estarem conscientes dessas ideias e experiências anteriores para poderem desenvolver os conceitos científicos, as capacidades, as atitudes e os valores dos alunos, atendendo às suas características psicológicas e sociológicas. É fundamental que os educadores e professores tenham uma ideia clara acerca da natureza das suas próprias experiências e ideias sobre as ciências, dando ênfase ao desenvolvimento de competências (processos científicos) e à exploração de conceitos unificadores (científicos e metacientíficos) na organização do ensino e da aprendizagem das ciências nos primeiros anos de escolaridade. O desenvolvimento destas competências é, também, um fator de cidadania e de integração, com efeitos no desenvolvimento da sociedade.

A finalidade desta unidade curricular é proporcionar aos futuros educadores e professores do ensino básico os conhecimentos fundamentais, tanto de ordem conceptual como metodológica, para poderem contribuir eficazmente para a educação científica das crianças, quer relativamente ao “mundo natural” quer ao “mundo social”. Optou-se por dividi-la em módulos destinados a introduzir os conhecimentos e as abordagens da didática das ciências da natureza e das ciências sociais aos futuros educadores e professores. Cada módulo é formado por duas Unidades temáticas ou programáticas que, em conjunto, vão contribuir para os fins que se propõem nesta UC.

2. Competências a desenvolver

- Revela possuir conhecimentos sobre as teorias do currículo e da psicologia da aprendizagem, aplicados ao ensino das ciências da natureza e das ciências sociais.
- Identifica e analisa o papel da educação científica nos primeiros anos de escolaridade, com base na teoria que sustenta as orientações didáticas atuais.
- Reconhece a importância de tornar explícito para os alunos o caráter dinâmico das ciências e as dimensões filosóficas, psicológicas e sociais na construção do conhecimento científico, como garante do ensino para a literacia científica.
- Reconhece o papel que uma abordagem explícita da controvérsia e da mudança conceptual na construção da ciência pode ter na aprendizagem dos alunos, sobre o modo como os cientistas investigam e produzem novos conhecimentos.
- Planifica diversos tipos de atividades para o ensino/aprendizagem das ciências da natureza e das ciências sociais no 1º CEB, tendo em conta os aspetos científicos e didáticos estudados, bem como o nível de compreensão das crianças.
- Formula soluções originais e criativas na conceção dos planos de atividades e na elaboração de materiais pedagógicos, incluindo os aspetos das dimensões de construção da ciência facilitadores da aprendizagem no 1º CEB.
- Avalia o valor pedagógico-didático das atividades que elabora.
- Integra os valores científicos, sociais e éticos no seu discurso.

3. Temas e conteúdos

Introdução

Breve análise do programa do *Estudo do Meio* e das orientações curriculares para a *Área do Conhecimento do Mundo* - fundamentos e organização dos documentos curriculares.

Módulo I – Ensino e aprendizagem das ciências sociais

1. O significado do conhecimento do mundo social e a sua construção nos primeiros anos de escolaridade
 - 1.1. As Ciências Sociais nos primeiros anos de escolaridade.
 - 1.2. As teorias epistemológicas no ensino das Ciências Sociais – breve história da evolução dos modelos de ensino (séc. XVIII-XXI);
2. Organização do ensino/aprendizagem das Ciências Sociais:
 - 2.1. Planeamento e prática docente: (a) objetivos da aprendizagem; (b) o conteúdo científico e metacientífico, (c) estratégias de discussão, investigação e generalização, (d) recursos didáticos para o ensino das ciências sociais.
 - 2.2. Conceção de projetos didático-pedagógicos para o ensino das ciências sociais. Propostas de trabalho de projeto, saídas de campo, narrativas, investigação.

Módulo II – Ensino e aprendizagem das ciências da natureza

1. As ciências da natureza nos primeiros anos de escolaridade:
 - 1.1. A relevância educativa do ensino das ciências da natureza – o papel do ensino explícito das dimensões de construção da ciência para a promoção da literacia científica nos primeiros anos de escolaridade.
 - 1.2. Perspetivas no ensino das ciências: (a) o movimento das conceções alternativas, (b) o movimento CTS, (c) o ensino por pesquisa.
2. Organização do ensino/aprendizagem das ciências da natureza:
 - 2.1. Planeamento e prática docente: (a) objetivos da aprendizagem; (b) os conteúdos da aprendizagem (científicos e metacientíficos); (c) estratégias de discussão, resolução de problemas e trabalho experimental; (d) recursos didáticos para o ensino das ciências.
 - 2.2. Conceção de projetos didático-pedagógicos para o ensino das ciências.

4. Estratégias e Metodologias de trabalho

4.1 Estratégias de gestão do programa

As aulas presenciais incluem exposição teórica, atividades de discussão dos temas programáticos e elaboração de atividades práticas sobre temas de educação em Ciências da Natureza e em Ciências Sociais. Para ambas as áreas estão previstas as seguintes situações de aprendizagem: a) leitura e compreensão de textos e documentos variados; b) elaboração de resumos e comentários em fóruns on-line; c) discussão orientada de temas sobre os resultados recentes da investigação em didática das ciências; d) análise de casos concretos a partir da literatura especializada; e) planificação de atividades práticas para os alunos do 1º CEB, com particular ênfase nas investigações experimentais; f) apresentação, discussão e autoavaliação das atividades, com análise crítica das suas potencialidades educativas.

4.2 Acompanhamento tutorial

O acompanhamento tutorial previsto refere-se ao apoio dos grupos na realização dos trabalhos e ao apoio individual sempre que necessário. Este acompanhamento será presencial e a distância, contribuindo para usar as ferramentas de comunicação *on-line*.

O acompanhamento presencial será feito em local e horas a combinar com as(os) estudantes.

4.3 Participação dos estudantes

Em todas as sessões presenciais práticas e laboratoriais a assiduidade obrigatória é de 75%. Nas sessões de orientação tutória a assiduidade obrigatória é de 90%. O acompanhamento das atividades desenvolvidas através da página da UC na plataforma interativa *Moodle* é obrigatório.

-Aprendizagens esperadas

Espera-se que, em cada módulo, as(os) estudantes sejam capazes de mostrar que adquiriram/desenvolveram as competências definidas no ponto 2 deste Programa.

-Atividades de desenvolvimento da unidade/ou complementares

Os docentes irão propor outras atividades que as(os) estudantes poderão realizar em contexto de sala de aula ou no exterior uma vez que o tempo de trabalho da UC não se esgota nas horas de contacto.

Podem ser solicitadas leituras de documentos (em qualquer suporte) que se afigurem enriquecedoras das atividades desenvolvidas nas sessões presenciais. A organização de atividades através da utilização da Plataforma *Moodle* está também prevista.

-Avaliação e Classificação

A avaliação nesta Unidade Curricular pressupõe uma avaliação regular e sistemática das atividades desenvolvidas nas diferentes sessões de trabalho, quer sejam realizadas individualmente ou em grupo. A avaliação incidirá sobre os processos e produtos de trabalho, a saber:

- Um teste individual por módulo (ponderação de 40%).
- Um trabalho individual ou em grupo por módulo – planificação de atividades suscetíveis de serem desenvolvidas na Prática Pedagógica (ponderação 40%)
- Participação de qualidade nas atividades das sessões presenciais (ponderação 20%)

Para usufruir da forma de avaliação adotada, cada estudante terá de assistir a 75% das sessões presenciais. Caso tal se não verifique terá de recorrer a exame.

Os trabalhadores-estudantes deverão negociar com as docentes a concretização da avaliação conforme o estipulado no *Regulamento de Frequência e Avaliação* (nº 2 do art. 11º).

- Os trabalhos escritos devem ser apresentados de acordo com - DOURADO, Alcina e ALMEIDA, Fernando – *Normas de apresentação dos trabalhos académicos*. 2005. 19 f. Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, Portugal.
- Pode ser utilizada outra norma de apresentação dos trabalhos, que, nesse caso, deve ser claramente identificada no fim do trabalho.
- **Não serão aceites os trabalhos que não cumpram o disposto nos pontos anteriores.**

-Bibliografia essencial

Livros

- AFONSO, M.M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora Lda.
- ARENDS, R. (1995). *Aprender a Ensinar*. Lisboa: McGraw Hill.
- ASTOFLI, J. et al (2001). *Como as crianças aprendem Ciências*. Lisboa: Instituto Piaget.
- CACHAPUZ, A., PRAIA J. & JORGE, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- FÉLIX, N., GERMANO, H. & REIS, P. (1998). Interculturalidade no 1º Ciclo: Estudo do Meio. In C. Cardoso (Coord.), *Gestão intercultural do Currículo: 1º ciclo*. Lisboa: Secretariado Coordenador dos Programas de Educação Multicultural.
- MANIQUE, A. P. et al (1994). *Didática da História – Património e História local*, Lisboa, Texto Editora.
- MARTINS, I., VEIGA, L. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspetiva da educação em Ciências*, Lisboa, I.I.E.
- ME – DEB (2002). *Avaliação das Aprendizagens – Das conceções às práticas*. Lisboa: ME – DEB.
- MIGUENS, M., SERRA, P., SIMÕES, H. & ROLDÃO, M. C. (1996). *Dimensões Formativas de disciplinas do ensino básico. Ciências da Natureza*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (1990), *Programa do 1º Ciclo do Ensino Básico*, Lisboa
- MORAIS, A., NEVES, I., et al. (2000). *Estudos para uma Sociologia da Aprendizagem*. Instituto de Inovação Educacional/CIE da FCUL.
- OSBORNE, R. & FREYBERG, P. (1987). *Learning Science - the implications of children's science*. 3 rd ed., Auckland: Heinemann Pub.
- PACHECO, J. (2000). *Quando Eu For Grande Quero Ir À primavera e outras histórias*. Porto: Profedições.
- PEREIRA, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- PESSOA, A. (1990). *Realização de um trabalho: da pesquisa à redação*. Setúbal: ESE.
- PINTO, J. (2002). *Avaliação formal no 1º ciclo do ensino básico: uma construção social*. Braga: Universidade do Minho – Instituto de Estudos da Criança.
- REIS, P. (2008). *Investigar e descobrir. Atividades para a educação em ciência nas primeiras idades*. Santarém: Editora Cosmos e escola Superior de Educação de Santarém.
- ROLDÃO, M. (1995). *O Estudo do Meio no 1º Ciclo: fundamentos e estratégias*. Lisboa: Texto Editora.
- SÁ, J. G. (1994). *Renovar as Práticas no 1º Ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora
- SÁ, J.G. (2004). *Crianças Aprendem a Pensar Ciências - Uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Porto Editora
- SANTOS, M. C. (2002). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- SHERWOOD, E. e outros (1997). *Mais ciência para crianças*. Lisboa: Instituto Piaget
- ZABALZA, M. (1998). *Didática da educação infantil*. Rio Tinto: Edições ASA.

ZABALZA, M. (1994). *Planificação e Desenvolvimento Curricular na Escola*. Rio Tinto: Edições ASA.

Revistas¹⁰⁵

Aprender, ESE de Portalegre

Cadernos de Educação de Infância <http://cadernosei.no.sapo.pt/>

Ciencia&Educação

Education Infantine www.educationenfantine.com

Revista de Educação <http://revista.educ.fc.ul.pt/index.html>

Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias <http://reec.uvigo.es/index.htm>

Revista Eureka: sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências

<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/HomRevRed.jsp?iCveEntRev=920>

Revista Noesis <http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http%3A//www.dgicd.min-edu.pt/>

Revista Portuguesa de Educação http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?script=sci_serial&pid=0871-9187&lng_pt/nrm_iso

Revista Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales <http://www.saber.ula.ve/gitdcs/>

Science Education

School Science Review, ASE, Association for Science Education

Sítios em WWW (ativos em fevereiro de 2012)

Programa Ciência Viva <http://www.cienciaviva.pt/>

ABC da energia <http://abcaenergia.com/index.htm>

Brincando com a ciência http://www.on.br/site_brincando/index.html

Atividades para Educadores e professores <http://www.abcteach.com>

Mocho – Portal de ensino das ciências e de cultura científica <http://www.mocho.pt/>

Portal da União Europeia http://europa.eu/index_pt.htm

The Science Explorer http://www.exploratorium.com/science_explorer/index.html

Sítio da NASA, adequado a crianças <http://spacekids.hq.nasa.gov>

Sítio do ME <http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http%3A//www.dgicd.min-edu.pt/>

Sítio do museu de ciência de Londres: <http://www.sciencemuseum.org.uk>

¹⁰⁵ Algumas destas revistas existem em papel e outras são de fácil acesso através da b-on.

6.2. PLANO DE FORMAÇÃO – GUIA DO PROFESSOR

[*Nota prévia:* na introdução desta UC os estudantes tiveram oportunidade de analisar globalmente a estrutura curricular do ensino básico português e especificamente a estrutura, organização e conteúdos do programa de *Estudo do Meio*. Estes documentos oficiais, bem como as *Metas de Aprendizagem* para o *Estudo do Meio* estão disponibilizadas na página da UC (plataforma moodle) e constituem elementos de consulta essenciais. Focar-se-ão as orientações internacionais sobre o ensino das ciências (OCDE, UNESCO, NRC) e as orientações do Programa Nacional para o Ensino Experimental das Ciências (ME-DGIDC, 2006)].

ATIVIDADE 1 - A relevância educativa do ensino das ciências da natureza

(Atividade introdutória)

OBJETIVOS

- Identificar os conteúdos e as orientações curriculares para o ensino das ciências da natureza nos primeiros anos de escolaridade.
- Refletir acerca dos conteúdos e das metodologias preconizadas para o ensino das ciências da natureza no 1.º CEB, com base nos programas e nas orientações internacionais para o ensino das ciências na escolaridade básica.
- Discutir os argumentos que justificam o ensino das ciências no 1.º CEB e sistematizá-los de acordo com a sua natureza (filosóficos, sociológicos, psicológicos e pedagógicos).

MATERIAL

- DEB (2004). *Organização curricular e programas - 1º Ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Despacho n.º 2143/2007 de 9 de fevereiro.
- Pereira, A. (2002). Bases da literacia científica: A ciência na infância. *In Educação para a Ciência* (pp. 35-36). Lisboa: Universidade Aberta. (**Texto A**)
- De Pro Bueno, A. (2003). El problema de contenidos en la enseñanza de las ciencias. In Jiménez Alexandre, M. P. (Coord), *Enseñar ciencias* (p.34). Barcelona: Editorial GRAÓ. (**Texto B**)
- Afonso, M. (2008). *O papel da ciência no mundo moderno. In A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico* (pp.18-19). Porto: Porto Editora. (**Texto C**)
- *Guião de trabalho*.

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Resposta às questões 1.1 a 1.3 do guião de trabalho.
- Discussão em pequeno grupo com vista à elaboração de uma resposta conjunta.
- Análise crítica das respostas dos grupos e sistematização dos argumentos com base no texto C.

[*Sugestão para o professor:* na aula de apresentação da UC solicitar aos estudantes a leitura individual dos textos de apoio A e B como preparação da aula seguinte].

Guião de trabalho [parte 1]

A partir da leitura que fez dos textos de apoio A e B, responda à questão 1.

1. Com base nos textos identifique:
 - 1.1. Duas razões que justificam a importância de ensinar e aprender ciências nos primeiros anos de escolaridade.
 - 1.2. Dois conteúdos da aprendizagem científica para o desenvolvimento dos alunos do 1º CEB.

- 1.3. Duas linhas orientadoras (metodologia) para a organização e desenvolvimento das atividades de aprendizagem científica.
2. Discuta com os seus colegas de grupo as respostas às questões. Para cada questão, elaborem uma resposta conjunta que considerem a mais adequada e justifiquem-na.
3. Apresentem as vossas respostas à turma e discutam os argumentos justificativos de modo a sistematizarem as vossas ideias.

[Sugestões para o professor:

Espera-se que os estudantes selecionem frases dos textos representativas das razões porque se deve ensinar e aprender ciências desde os primeiros anos de escolaridade (finalidades a realçar: desenvolver a curiosidade, as capacidades investigativas, as atitudes científicas com vista a atingir-se o objetivo do desenvolvimento da literacia científica básica); o que deve ser ensinado, os conteúdos tidos como mais adequados em termos de conceitos e de esquemas conceptuais indicados no programa de Estudo do Meio; como deve ser ensinada, (as linhas orientadoras/metodologias) sugeridas em termos das diversas experiências de aprendizagem, em particular as investigações experimentais, e do desenvolvimento das atitudes com elas relacionadas (de descoberta, de respeito pela evidência, sentido crítico em relação às suas ideias e ao modo de trabalhar, ...).

Não se pretende esgotar nesta fase todos os argumentos acerca do *porquê*, o *quê* e o *como* ensinar ciências. No entanto, o professor deverá orientar a discussão e sistematização das ideias recorrendo, sempre que necessário, a exemplos concretos do programa e das orientações internacionais para a educação científica, de modo a completar, ilustrar ou especificar a seleção de afirmações dos estudantes e as dúvidas que surgirem. Sugere-se a construção de uma tabela do tipo:

Razões (<i>porquê</i>)	Conteúdos (<i>o quê</i>)	Linhas orientadoras (<i>como</i>)
.....		

Texto A - Bases da literacia científica: A ciência na infância.

É hoje consensual, entre organizações dedicadas à educação científica e entre os educadores em ciência, que a educação para a literacia científica se deve efetuar desde os primeiros anos da escolaridade, incluindo os anos de pré-escolaridade formal.

Esta assunção baseia-se, em primeiro lugar, na ideia de que a ciência fornece uma grelha para desenvolver a curiosidade natural das crianças. Ao mesmo tempo que vai ao encontro dessa curiosidade, o contacto com a ciência pode contribuir para o desenvolvimento e a maturação das capacidades intelectuais da criança, vai forjando hábitos de observação cuidadosa, de utilização da linguagem com propósitos descritivos, providenciando, simultaneamente, um contexto prático para praticar o uso dos números e iniciar-se no uso da medida.

Em segundo lugar, interagir com os fenómenos naturais requer que a criança aprenda a investigar o comportamento desses fenómenos e aprenda a falar sobre eles. Essas experiências são essenciais para construir representações básicas, hábitos de pensamento e algumas rotinas de pesquisa, forjando-se assim um substrato cultural essencial para que, nos níveis superiores de escolaridade, se desenvolva uma compreensão mais sofisticada da ciência e da tecnologia.

Em terceiro lugar, é, também, essencial que se inicie cedo o processo de desenvolver a capacidade de raciocinar sobre a evidência e de usar os argumentos de forma lógica e clara. Estas competências não se adquirem de forma instantânea, mas, pelo contrário,

pressupõem um longo processo de aprendizagem e de prática. Começando desde cedo o desenvolvimento destas competências construir-se-ão as bases essenciais para a educação científica com vista à literacia científica (Millar & Osborne, 1998).

Em quarto, as atitudes e as ideias adquiridas pelas crianças nos primeiros anos de escolaridade têm uma influência decisiva sobre a forma como a ciência e a tecnologia será vista mais tarde quando adolescentes e adultos.

Por último, mesmo que a ciência não seja abordada na escola primária, as crianças constroem ideias sobre o mundo à volta, sobre os fenómenos que experienciam. Todavia, nesse caso muitas das ideias construídas podem não ser consentâneas com as ideias científicas aceites, e podem, inclusive, constituir obstáculo à construção das ideias aceites pela ciência, dificultando a aprendizagem destas. Também os hábitos, as atitudes e as rotinas desenvolvidas pouco poderão ter a ver com as atitudes que se esperam de um jovem minimamente literato do ponto de vista científico (Harlen, 1986).

Sá (2000) salienta que, a não se iniciar uma abordagem experimental ao ensino da ciência com crianças, poderemos, do ponto de vista educativo, estar a desperdiçar uma faixa etária com imensas potencialidades. Entre essas potencialidades, destacam-se: 1) o elevado poder interrogativo e o grande potencial criativo que as crianças apresentam, 2) a plasticidade dos seus esquemas mentais, com a conseqüente possibilidade de incentivar a reflexão, 3) a ocorrência nas crianças de ideias intuitivas que, não sendo contraditórias com as ideias científicas, podem ser tomadas como uma fase embrionária de um processo de mudança evolutiva, 4) o elevado ritmo de maturação das estruturas cognitivas nesta faixa etária.

Astolfi e colaboradores (1978), por seu turno, referem que a iniciação à ciência deveria partir de bases concretas e práticas, repousando sobre experiências diretas das crianças com o meio envolvente, os materiais e os objetos, aspetos que se adequam à infância. Num primeiro momento essa iniciação poderá consubstanciar-se numa prática refletida e só depois num conhecimento decorrente dessa prática. Essa prática, tendo início no jogo da criança e na sua curiosidade, deverá permitir uma pesquisa ao alcance da criança e ser orientada de molde a incentivar a reflexão sobre o que a criança observa, sobre o que supõe que já conhece, lançando assim as bases da construção do espírito crítico e de uma atitude racional.

Texto B – El problema de contenidos en la enseñanza de las ciencias.

Tradicionalmente las ciencias—ya sea con sus denominaciones disciplinares o *enlatadas pero conservando los ingredientes* bajo el epígrafe de ciencias de la naturaleza- han ocupado un lugar importante en la educación obligatoria. Su inclusión en el currículo, desde los primeros niveles del sistema educativo, puede justificarse por diversos motivos:

- Las necesidades de una sociedad en la que cada vez existe mayor desarrollo científico y tecnológico.
- La curiosidad del ser humano por conocer las características, las posibilidades y las limitaciones de su propio cuerpo.
- La importancia, en una sociedad democrática, de que los ciudadanos tengan conocimientos suficientes para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social.
- La creencia de que es imprescindible una participación activa y consciente en la conservación del medio y el desarrollo sostenible.

- El interés por crear hábitos saludables, personales y colectivos, que mejoren nuestra calidad de vida.
- La conveniência de transferir muchos de sus valores formativos a otros contextos y situaciones cotidianas.

Podríamos añadir otras contribuciones de esta área de conocimientos a la formación básica de los estudiantes y posiblemente serían compartidas por gran parte del profesorado de ciências. No obstante, también hay cuestiones en las que las respuestas no son tan homogéneas: creemos que todos los contenidos de nuestras asignaturas están orientadas al logro de estas intenciones educativas?; qué preocupa más, la adquisición de estos “valores formativos” o la explicación de la mayor parte del programa?; es la ciência que impartimos la única o la más importante fuente de formación «vital» de los adolescentes que tenemos en el aula?; deben compartir que nuestra asignatura es la más importante?; por qué el alumnado, en general, le gustan cada vez menos las ciências?

Guião de trabalho [parte 2]

[Indicação para o professor:

Em seguida, o professor fornece o texto C e solicita aos estudantes que o leiam e respondam à questão 4].

4. Comparem as razões sistematizadas na discussão oral com os argumentos apresentados por Afonso, M.M. (texto C). Identifiquem os argumentos que usaram e classifiquem-nos de acordo com as categorias apresentadas por esta autora.

[Sugestões para o professor:

O professor deverá orientar a discussão no grupo turma de modo a conduzir à identificação e descrição de alguns argumentos de natureza filosófica, histórica, psicológica, sociológica e pedagógica que evidenciam a importância do ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade, com relevância para os aspetos inerentes ao conceito de literacia científica. No final, o professor poderá indicar as seguintes obras para consulta: Afonso, M.M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico*. Porto: Porto Editora; Martins, I & Veiga, L. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspetiva da educação em Ciências*. Lisboa: IIE].

Texto C - O papel da ciência no mundo moderno

Os argumentos a favor da importância de ensinar e aprender ciências são vários e provêm de quatro grandes áreas. Alguns são essencialmente de natureza filosófica/epistemológica, outros de natureza psicológica, outros de natureza sociológica e ainda outros de natureza essencialmente pedagógica.

1.1. Argumentos de natureza filosófica/epistemológica

- A consciência de que a ciência e as teorias científicas constituem uma visão do Mundo e dos fenómenos naturais, e que apresentam características próprias que as distinguem de outras formas de ver e interpretar este Mundo.
- A ciência incorpora uma vertente experimental e uma vertente teórica, epistemologicamente diferentes, mas independentes, que importa compreender.
- A relação entre as vertentes experimental e teórica varia ao longo do tempo e essa variação determina a evolução da própria natureza da ciência.
- As metodologias de trabalho, as relações entre os cientistas e as comunidades científicas são importantes componentes para a compreensão do que significa ciência.

1.2. Argumentos de natureza psicológica

-
- A ciência constitui um instrumento útil para o desenvolvimento de determinadas capacidades intelectuais, permite o desenvolvimento de processos cognitivos de diferentes graus de complexidade e abstração.
 - O desenvolvimento cognitivo dos indivíduos pode facilitar a transferência e a aplicabilidade de conhecimentos, capacidades e atitudes para outros contextos científicos ou do dia-a-dia dos indivíduos.
 - A ciência apresenta um grande valor (in)formativo possibilitando o desenvolvimento e o aprofundamento de conceitos, a construção de uma rede conceptual útil à resolução de problemas e à mudança conceptual.

1.3. Argumentos de natureza sociológica

- A ciência é um produto do tempo e do lugar, e pode, por vezes, mudar radicalmente o modo como as pessoas pensam e agem. A ciência de Galileu, de Newton, de Darwin e de Einstein, por exemplo, mudou profundamente a nossa percepção do lugar da Humanidade no universo e precipitou enormes mudanças no modo como as pessoas encaram assuntos políticos, económicos, históricos e sociais.
- A ciência é uma força cultural no Mundo moderno e merece um lugar no currículo devido à sua importância como parte da nossa herança intelectual.
- A ciência permite compreender as relações humanas e as relações entre o ser humano e a Natureza, proporcionando o desenvolvimento de atitudes e valores essenciais à inserção social dos indivíduos.
- A formação científica pode ajudar a desenvolver cidadãos informados, capazes de compreender e participar de forma fundamentada nas decisões que envolvem problemáticas científicas e tecnológicas com implicações pessoais e sociais. Cidadãos preparados para lidar inteligentemente com assuntos sociais relacionados com a ciência e a tecnologia podem influenciar, quando necessário, entidades e decisões relacionadas com o impacto da ciência na sociedade.

1.4. Argumentos de natureza pedagógica

- A ciência apresenta um grande valor formativo e os seus conteúdos têm um elevado grau de significância, pois a Natureza faz parte da nossa realidade imediata.
- A preparação de cidadãos que simpatizem com a ciência e que acreditem que a ciência pode ser uma força positiva na condução do progresso.
- O ensino das Ciências permite um intenso trabalho interativo, comunicativo e colaborativo essencial ao desenvolvimento do aluno como pessoa e como ser social.
- A ciência é um modo particular de olhar o Mundo natural. Os estudantes deverão saber lidar com este modo de pensar e aprender a usá-lo como um importante instrumento a aplicar na sua vida diária.
- A preparação para o mundo do trabalho. A ciência pode proporcionar aos estudantes carreiras, direta ou indiretamente relacionadas com a ciência, e criar oportunidades de prosseguir os estudos que podem levar, em última instância, a uma carreira de investigação.

ATIVIDADE 2 - O que é a Ciência?

OBJETIVOS

- Expressar as ideias (concepções gerais) sobre a ciência e o modo como se distingue o conhecimento científico de outros tipos de conhecimento humano.
- Refletir acerca das ideias expressas a partir de diversas afirmações de cientistas.
- Discutir aspetos relacionados com as diferentes dimensões da construção da ciência (filosóficos, sociológicos, psicológicos e históricos), de acordo com o texto metacientífico que orienta o estudo.

MATERIAL

- *Guião de trabalho* – parte A
- *Guião de trabalho* – parte B
- Esquema das Dimensões de construção da ciência - DCC, adaptado de Ziman (1984)

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Resposta às questões do guião de trabalho.
- Reflexão e discussão individual *online* com base na questão colocada no fórum.
- Análise crítica das respostas ao fórum e sistematização dos argumentos com base no esquema das DCC.

Guião de trabalho – parte A

Após a análise dos argumentos que sustentam a relevância de ensinar e aprender ciência vamos centrar-nos nas ideias que já possuem acerca da ciência. Para isso, iniciamos este debate com duas questões:

1. O que é para si a ciência?
2. O que distingue o conhecimento científico de outras áreas do conhecimento humano como a filosofia ou a literatura?

[*Sugestões para o professor:*

O professor deverá estabelecer a ligação entre a necessidade de sabermos não só o que se deve ensinar e como ensinar nas ciências da natureza no 1.º CEB mas também de compreendermos de que trata a ciência, que ideias temos sobre a ciência e o modo como se constrói o conhecimento científico, para conseguirmos atingir as finalidades do ensino e aprendizagem no 1º CEB. Como tal, solicita aos estudantes que respondam às questões da parte A do guião de trabalho, exprimindo exatamente o que pensam para poder entender melhor as ideias que já têm sobre a Ciência. As respostas escritas, individualmente, em folhas separadas devem ser recolhidas pelo professor para análise posterior. O professor informa que a parte B do guião de trabalho continua no fórum *online*, em que todos os estudantes devem participar no prazo de cinco dias¹⁰⁶].

Guião de trabalho – parte B

Leia com atenção as seguintes afirmações sobre a ciência feitas por diferentes cientistas:

Qual o significado que atribui a cada uma das seguintes afirmações?

1. A ciência é construída com factos tal como uma casa é com pedras, mas uma coleção de factos não é mais ciência do que um monte de pedras é uma casa (*Poincaré*, matemático, séc. XIX)

¹⁰⁶ Esta indicação justifica-se por haver uma única aula por semana. Assim, estabelece-se um tempo máximo de duração do debate no fórum.

[*Indicações professor* - A ciência é um conjunto de factos organizados de forma lógica de modo a atribuírem sentido, descreverem e explicarem uma determinada realidade com coerência e exatidão]

2. Durante o processo de desenvolvimento [tecnológico], os grupos que trabalham numa tecnologia têm igualmente de se por à prova a si mesmos e mostrar continuamente a sua capacidade ao público. Aqueles grupos que dispõem de melhores recursos (maior potencial humano, etc.) podem ganhar o concurso por serem capazes de exibir a sua tecnologia da melhor forma. (*Knorr-Cetina*, socióloga da ciência, séc. XX)

[*Indicações professor* - Os cientistas divulgam os resultados das suas investigações e competem entre si pela rápida publicação desses resultados e o reconhecimento dos pares e do público em geral. As novas ideias e aplicações científicas e tecnológicas influenciam decisões políticas e empresariais]

3. A ciência procura relações que se pensa existirem independentemente da pesquisa individual (*Einstein*, físico, séc. XX).

[*Indicações professor* - A ciência procura a explicação mais objetiva possível da realidade, sejam quais forem os cientistas ou grupos de cientistas que a investigam]

4. A ciência é o que os cientistas fazem (*Bernal*, historiador de ciência, séc. XX)

[*Indicações professor* - A ciência é o produto do trabalho dos cientistas: equipas multidisciplinares, comunicação profissional, discussão de ideias no interior da comunidade científica, ...]

5. Os teóricos... muitas vezes repetem o chavão de que o progresso na ciência surge quando a experimentação contradiz a teoria (*Feynman*, físico, séc. XX)

[*Indicações professor* - Alguns teóricos pensam que a evolução do conhecimento científico é fruto de novas evidências que contradizem a teoria existente ou não são explicadas por ela. Na realidade, o conhecimento científico tem que estar sujeito à crítica lógica e à reformulação perante novas evidências empíricas e/ou teóricas]

6. A ciência não é fácil, é competitiva, nem toda a gente é capaz de fazer bem ciência, mas o prazer de estar na fronteira entre o conhecido e o desconhecido e perceber como é que os mecanismos funcionam é das coisas mais fabulosas que existe. É das áreas que mais mistério trazem às pessoas. (*Alexandre Quintanilha*, biofísico, séc. XXI)

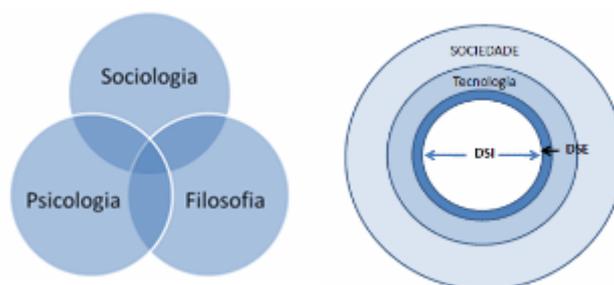
[*Indicações professor* - A ciência é influenciada pelo modo como a comunidade científica trabalha (competição, rivalidade) mas só pode fazer ciência quem tiver determinadas características psicológicas: curiosidade, criatividade, imaginação e espírito crítico]

[*Sugestões para o professor:*

Esta questão [sobre as afirmações 1 a 6] engloba conhecimentos relacionados com aspetos das cinco dimensões de construção da ciência. A discussão far-se-á no início da aula seguinte tendo como objetivo iniciar a construção um esquema que contemple todas as dimensões de construção da ciência. Sugere-se que o professor apresente uma síntese das respostas obtidas evidenciando aspetos chave resultantes da reflexão que os estudantes fizeram sobre as afirmações dos cientistas, tal como é sugerido, entre parêntesis reto, a seguir a cada afirmação. Finda a discussão, o professor deverá sintetizar os aspetos evidenciados apresentando brevemente o esquema e a conceptualização de Ziman (1984) que interliga os aspetos filosóficos, psicológicos, sociológicos e históricos, à luz dos quais podemos encarar a Ciência. De seguida, deverá solicitar aos estudantes que, até à aula seguinte, procurem situar as afirmações dos cientistas, justificando, nas várias dimensões de construção da ciência a partir do esquema de Ziman que vai ser colocado no fórum. O objetivo é ir progressivamente construindo um modelo que conterà, em síntese, o texto metacientífico que se vai trabalhando ao longo das diversas atividades]

DIMENSÕES DE CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA

(Adaptado de Ziman, 1984)

**Texto sobre as DCC a apresentar aos estudantes**

A *dimensão filosófica* (DF) caracteriza a ciência no seu aspeto dinâmico e dá ênfase aos processos investigativos de trabalho, usados pelos cientistas, como elementos de metodologias próprias destinadas a obter informação fidedigna (confiável) acerca do mundo natural. Na análise das teorias, a DF caracteriza como uma “boa teoria” a que possui grande exatidão preditiva, coerência interna, consistência com outras teorias existentes, capacidade de unificar conhecimentos de diversas áreas do saber e, ainda, promover novas linhas de investigação (fecundidade).

A *dimensão psicológica* (DP) da ciência refere-se ao facto de as características pessoais, desejos e qualidades (curiosidade, espírito crítico, perseverança, entre outras), ambições e fragilidades que podem por em causa a ética dos cientistas influenciarem o desenvolvimento do trabalho científico.

A *dimensão sociológica* refere-se às relações entre os membros da comunidade científica (*sociologia interna* - DSI) e às inter-relações que estabelecem com a sociedade em geral (*sociologia externa* - DSE). A DSI estuda as múltiplas interações sociais entre os cientistas na permanente comunicação, discussão e partilha de resultados, ideias e processos investigativos e o funcionamento das instituições onde se produz ciência, as ‘normas’, ‘interesses’ e ‘valores’ por que se regem. A DSE dá conta das influências que os poderes da ciência e da tecnologia têm sobre algumas decisões da sociedade e, ao invés, das pressões sociais que, em determinadas épocas e contextos, atuam sobre a ciência (relação CTS) e analisa o grau de aceitação ou de rejeição social que obtêm as controvérsias geradas e as soluções propostas.

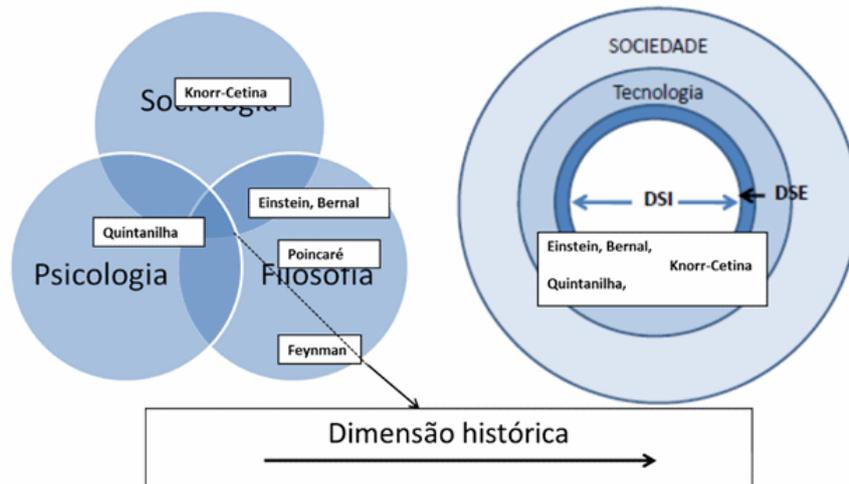
A *dimensão histórica* (DH) pode ser representada por um eixo temporal ao longo do qual a ciência evolui através de um processo gradual de acumulação de conhecimentos, de onde sobressai o seu aspeto de ‘arquivo’, pois só a publicação do conhecimento científico, organizado em esquemas teóricos coerentes, permite a sua divulgação, reestruturação e utilização pela humanidade.

[Documentos para o professor:

Especificação das perspetivas de abordagem dos conhecimentos metacientíficos e das capacidades associadas a cada uma das dimensões metacientíficas (Tabelas I e II do Apêndice 4)]

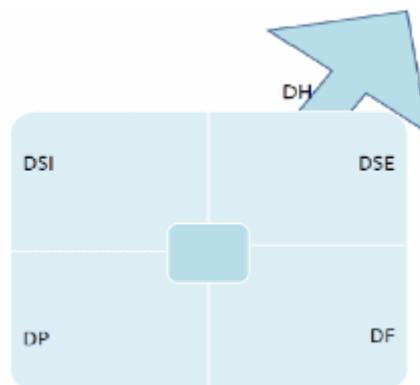
Síntese da discussão do fórum online “O que é a ciência?”

[Sugestões para o professor: situar as respostas no esquema inicialmente fornecido. Possível síntese com base nas respostas dos estudantes:



No final desta análise procura-se que o esquema contenha as perspetivas das DM assinaladas e que algumas dúvidas estejam esclarecidas. O professor deve reforçar a ideia que, ao longo das próximas atividades, irão continuar a construir o esquema e a debater as dúvidas que persistem.

Neste momento o professor pode sugerir aos estudantes que usem um esquema mais sintético para registarem os diversos aspetos das DM que já identificaram. Esquema sugerido:



ATIVIDADE 3 - O papel da observação em ciência: A combustão de uma vela

OBJETIVOS

- Identificar as concepções de observação/interpretação/previsão em ciência.
- Realizar observações.
- Distinguir observações quantitativas e qualitativas, evidenciando o papel da instrumentação e da medida na obtenção de dados rigorosos e fiáveis.
- Relacionar a observação com a teoria que a sustenta.
- Distinguir os conceitos de fusão e de combustão.
- Mobilizar capacidades no domínio do conhecimento epistemológico (dimensões filosófica e psicológica da construção da ciência) através da realização de atividades de observação e interpretação.
- Reconhecer que o conhecimento científico é construído a partir da interpretação de dados obtidos através de procedimentos rigorosos de observação, mas que a observação e as interpretações científicas dependem do conhecimento e da experiência de trabalho dos cientistas.

MATERIAL

- *Guião de trabalho* – Partes A, B, C e D (adaptado de Funk et al., 1979 e de Bell, 2008)
- Tira do Calvin & Hobbes, ilustrativa de uma inferência.
- *PowerPoint* (PPT) com imagens do vírus da Gripe A, de microesferas metalo-orgânicas, da simulação dos percursos das partículas no LHC e de um modelo de uma molécula de ADN (parcialmente inspirado em Lederman & Abd-El-Khalick, 1998 e em Afonso, 2002).

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Realização de observações qualitativas e quantitativas de acordo com o guião de trabalho (partes A, B e C).
- Análise crítica das respostas ao fórum (guião de trabalho – parte D) e sistematização dos argumentos.

[Sugestões para o professor:

O ponto de partida da atividade 3 poderá ser enquadrado por uma breve exposição que refira os aspetos já discutidos na atividade 1... a curiosidade natural das crianças leva-as a explorar a realidade tentando compreendê-la e esse é um dos pontos de partida para o ensino das ciências: desenvolver a curiosidade das crianças ajudando-as a observar o real e a investigar com rigor fenómenos e acontecimentos. Todos nós obtemos informações sobre o que nos rodeia observando objetos e acontecimentos do quotidiano que nos levam a formar ideias sobre as coisas e sobre o funcionamento do mundo real. Vamos realizar e analisar observações diversas e discutir o papel da observação em ciência.

Estas questões englobam capacidades e conhecimentos relacionados com aspetos diversos da dimensão filosófica da ciência, a relação T-C, evidenciada pelos instrumentos e processos de medida (dimensão sociológica externa), e capacidades associadas à dimensão sociológica interna].

Guião de trabalho – parte A

Em grupo, realize a seguinte atividade: com a vela que tem na sua mesa, faça 4 observações (2 qualitativas e 2 quantitativas), com a vela apagada e com a vela acesa. Se necessitar de algum material adicional solicite ao professor.

1. Registe as observações numa tabela.
2. Que órgãos dos sentidos usou para realizar as observações?
3. Identifique e descreva as transformações a que submeteu a vela depois de a acender e após a ter apagado.
4. Compare as observações do seu grupo com as dos outros grupos da turma.
 - 4.2. Todos os grupos realizaram observações qualitativas? E quantitativas? Dê exemplos.
 - 4.3. Como distingue estes dois tipos de observações?

[Sugestões para o professor:

Relativamente à questão 1, o professor solicita aos grupos que façam o registo dos dados numa tabela no computador da sala (modelo em baixo). No final, projeta-a para a turma poder estabelecer a comparação das observações realizadas por todos os grupos e promover a comunicação e discussão fundamentada dos resultados (solicitado na questão 4)].

Tabela de registo (modelo)

	Observações qualitativas	Observações quantitativas
Vela apagada		
Vela acesa		

No que se refere à questão 2, espera-se que os estudantes sejam capazes de reconhecer o uso de todos os órgãos dos sentidos (visão, audição, olfato e tato) à exceção do gosto, admitindo que não provam o sabor da vela, para realizar as observações. Com a questão 3, pretende-se que os estudantes possam lembrar os conceitos de fusão (habitualmente os estudantes usam o termo “derrete”) e de combustão.

O professor poderá apresentar a síntese destes conceitos (*sugestão*):

A **fusão** é uma transformação física em que um aumento da quantidade de calor de uma substância provoca um rearranjo nas moléculas que a constituem originando a mudança de estado físico de sólido para líquido.

A **combustão** é uma transformação química durante a qual as substâncias se combinam (reagem) com o oxigénio (oxidação) originando novos produtos.

Através da questão 4, os estudantes, ao distinguirem entre observações qualitativas e quantitativas, devem fazer referência ao uso de instrumentos de medida e ao papel das medições, realizadas através de escalas padronizadas, na obtenção de informações (dados) mais rigorosas e sua comparação face ao mesmo referencial. Uma das potencialidades desta atividade é o facto de surgirem sempre interpretações (inferências) em vez da descrição das observações, o que permite distinguir esses conceitos. Por ex. os estudantes poderão dizer que a vela está mais pequena depois de estar acesa, mas não usarem qualquer referencial de comparação ou de medida. Também é frequente afirmarem que a vela é de cera quando na realidade se usam velas de estearina. Estes casos servem para interpelar os estudantes e fazê-los compreender a importância da comunicação dos resultados em ciência para avaliar do rigor das observações e das interpretações: este tipo de afirmações são interpretações baseadas na experiência e não resultantes das observações diretas que acabaram de realizar. É essencial reforçar a ideia de que a observação fornece evidências diretas. Ao contrário, os acontecimentos passados só permitem fazer interpretações (inferências). É possível recolher novos dados de observação para testar as interpretações, mas é impossível saber o que realmente aconteceu.

Para ilustrar o conceito de inferência, o professor projeta a seguinte tira do Calvin & Hobbes:



O professor pode sintetizar o conceito de inferência com base nas interpretações dos estudantes. Em relação à observação, espera-se que os estudantes sejam capazes de explicitar as características dos objetos que nos permitem distingui-los uns dos outros. Em relação a cada característica (cor, textura, cheiro, tamanho, etc.) usando os vários sentidos (visão, tato, olfato, ...), é possível obter informações sobre várias qualidades e quantidades. Os registos são indispensáveis para descrever com rigor os detalhes, as semelhanças e diferenças entre os objetos ou fenómenos, a sequência dos acontecimentos e detetar eventuais padrões (regularidades tais como: as velas têm pavio, quando estão acesas o material próximo do pavio funde, ...].

Guião de trabalho – parte B

1. Observe atentamente as imagens projetadas (em *PowerPoint*).
 - 1.1. Indique o que observa.
 - 1.2. Interprete o que observou.
 - 1.3. Leia, agora, as legendas das figuras. O que pode concluir acerca das interpretações que fez?

Como é que os cientistas fazem observações e interpretações sobre fenómenos e acontecimentos? Como as utilizam no trabalho investigativo?

[*Sugestões para o professor:*

Relativamente às questões 1. a 3., espera-se que os estudantes reconheçam que as observações e interpretações que fizeram dependem dos seus conhecimentos e experiências anteriores, já que o modelo da molécula de ADN será, em princípio, identificado por todos. No que se refere à questão 4., espera-se que os estudantes refiram os seguintes aspetos sobre a atividade dos cientistas: usam as observações para descreverem a realidade, recorrendo a instrumentos de precisão; fazem e registam todas as observações com rigor; testam as suas ideias confrontando-as com as observações. As interpretações baseadas nas observações são a forma dos cientistas atribuírem sentido à realidade. O professor deve reforçar que a observação não é isenta: depende das ideias e experiências individuais que os cientistas já possuem.

No final, o professor pode projetar uma ideia síntese sobre observação e interpretação em ciência (*sugestão*):

A observação em ciência consiste em usar todos os sentidos, incluindo as tecnologias que permitem observar para lá do que os sentidos humanos alcançam, para recolher e registar informações sobre a realidade. Relacionando as informações obtidas ou dados disponíveis - uma “coleção de factos”, como afirmou Poincaré – (atividade 2), os cientistas fazem interpretações sobre o mundo e, de acordo com os conhecimentos e as ideias que já possuem, constroem explicações plausíveis sobre os fenómenos e acontecimentos.

Guião de trabalho – parte C

Imagine que continuava a proceder a observações com a vela:

1. O que pensa que aconteceria se a vela continuasse a arder durante mais 15 minutos? Porquê?
2. Como poderia testar a sua ideia?

[Sugestões para o professor:

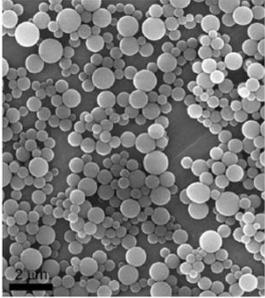
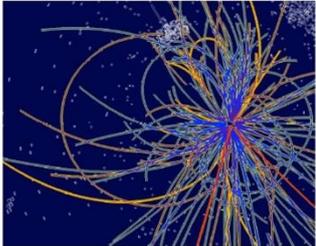
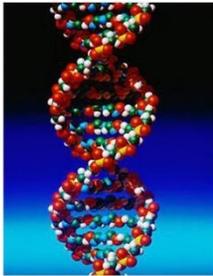
Espera-se que os estudantes enunciem previsões com rigor lógico e suscetíveis de testagem. Ao pedir a justificação sobre as previsões o professor pode identificar conceções erróneas dos estudantes. Durante a discussão das respostas dos grupos, o professor deve enunciar o conceito de previsão evidenciando o facto das previsões se basearem em hipóteses que por sua vez são formuladas com base em conhecimentos anteriores. Admite-se que os testes que os estudantes vão descrever são do tipo: continuar as observações durante os 15 minutos para obter dados que suportem ou rejeitem a previsão – testar uma ideia. O professor pode projetar, então, a seguinte ideia síntese sobre observação, interpretação e previsão (*sugestão*):

A observação fornece padrões para testar as afirmações científicas e prever fenómenos ou acontecimentos com base em dados de observação ou em experiências e conhecimentos anteriores. A observação fornece os meios que conduzem à descoberta de novos dados, podendo originar a mudança das ideias científicas. A partir dos dados disponíveis os cientistas são capazes de fazer boas interpretações e, com imaginação e criatividade, dar sentido a um conjunto de dados (mesmo quando existem alguns “vazios”), através de explicações lógicas sobre a realidade.

No final desta discussão o professor deverá voltar ao esquema de Ziman, projetando-o em conjunto com a síntese das respostas que os estudantes deram no fórum sobre as diversas afirmações dos cientistas (Atividade 2 - parte B). Provavelmente haverá alguns aspetos registados que suscitam dúvidas. Em vez de esclarecer diretamente as dúvidas, o professor poderá retomar partes da discussão das atividades anteriores e explicitar, em conjunto com os estudantes, os aspetos analisados das várias DCC:

- Subjetividade do conhecimento científico - quando se observa um objeto, acontecimento ou fenómeno, a perceção e a interpretação que se faz depende das “teorias” que se possuem sobre o assunto;
- O conhecimento científico é baseado nas observações e interpretação que os cientistas fazem a partir do que já sabem e pesquisam, mas também na imaginação e na criatividade dos cientistas: como se constrói o conhecimento científico? Ex: como é que os cientistas sabem qual é a estrutura do ADN? Por vezes os cientistas não conseguem observar diretamente o que querem saber, mas as boas interpretações dos dados que possuem, permitem-lhes ter segurança nas explicações sobre as coisas que não podem observar diretamente como é o caso do bóson de Higgs. A imaginação e a criatividade desempenham um papel fundamental no modo como os cientistas conseguem dar sentido a um conjunto de dados, apesar de existirem alguns “vazios” e apresentarem uma explicação ou uma imagem com significado lógico.

[Versão impressa do *PowerPoint* – imagens inicialmente projetadas sem legenda]

<p style="text-align: center;">Actividade 3 (imagens)</p> <p style="text-align: center;">Observação e interpretação de imagens</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Leonor Saraiva IDEM</p>	<p style="text-align: center;">Vírus H1N1</p>  <p>H1N1 has peaked but will it return? By Paul Costello scopeblog.stanford.edu/.../h1n1-has-peaked.html Capturado em 6 de Março de 2010</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Leonor Saraiva IDEM</p>
<p>Nanoesferas metalorgânicas vistas com microscópio electrónico de varrimento (SEM).</p>  <p>www.dicat.csic.es/rdcsic/rdcscicesp/rdma32esp.htm capturado em 5 de Março 2010</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Leonor Saraiva IDEM</p>	<p style="text-align: center;">Simulação da detecção do bóson de Higgs</p>  <p>Texas A&M Physicists Celebrate Birth of Large Hadron Collider http://www.science.tamu.edu/articles/617 capturado em 5 de Março de 2010</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Leonor Saraiva IDEM</p>
<p>Modelo da molécula de ADN</p> <p>As esferas de diferentes cores representam os átomos que constituem as moléculas "mais pequenas": as unidades estruturais da dupla hélice do ADN .</p>  <p>http://orbital12.files.wordpress.com/2010/12/dna-estrutura_1.jpg capturada em 10 de Abril de 2011</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Leonor Saraiva IDEM</p>	

No final desta discussão o professor deverá voltar ao esquema de Ziman, projetando-o em conjunto com a síntese das respostas que os estudantes deram no fórum sobre as diversas afirmações dos cientistas (Atividade 2 - parte B). Provavelmente haverá alguns aspetos registados que suscitam dúvidas. Em vez de esclarecer diretamente as dúvidas, o professor poderá retomar partes da discussão das atividades anteriores e explicitar, em conjunto com os estudantes, os aspetos analisados das várias DCC:

- Subjetividade do conhecimento científico - quando se observa um objeto, acontecimento ou fenómeno, a perceção e a interpretação que se faz depende das “teorias” que se possuem sobre o assunto;
- O conhecimento científico é baseado nas observações e interpretação que os cientistas fazem a partir do que já sabem e pesquisam, mas também na imaginação e na criatividade dos cientistas: como se constrói o conhecimento científico? Ex: como é que os cientistas sabem qual é a estrutura do ADN? Por vezes os cientistas não conseguem observar diretamente o que

querem saber, mas as boas interpretações dos dados que possuem, permitem-lhes ter segurança nas explicações sobre as coisas que não podem observar diretamente como é o caso do bóson de Higgs. A imaginação e a criatividade desempenham um papel fundamental no modo como os cientistas conseguem dar sentido a um conjunto de dados, apesar de existirem alguns “vazios” e apresentarem uma explicação ou uma imagem com significado lógico.

Guião de trabalho – parte D

Para promover a reflexão sobre estas aprendizagens, sem perder de vista a relevância do ensino-aprendizagem das ciências, sugere-se que o professor proponha uma questão, para discussão num fórum, do tipo:

Como é que o envolvimento dos alunos do 1.º CEB em atividades que lhes permitam compreender o modo como os cientistas usam as observações para construir interpretações sobre a realidade, pode contribuir para o desenvolvimento das capacidades investigativas e para a compreensão de que a construção do conhecimento científico depende não só das observações, mas também das ideias e experiências dos cientistas?

A síntese da discussão do fórum deverá relacionar as capacidades e os conhecimentos metacientíficos aprendidos/discutidos nas aulas com o seu valor educativo para o ensino-aprendizagem no 1º ciclo do ensino básico.

*Leitura sugerida*¹⁰⁷: Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta, pp. 44-56.

¹⁰⁷ Dada a sua extensão, os textos correspondentes às leituras sugeridas não foram incluídos neste apêndice.

ATIVIDADE 4 - O papel da observação e da interpretação na construção de explicações científicas: A “teoria do flogístico” e a “purificação do ar” pelas plantas.

OBJETIVOS

- Relacionar a observação e a interpretação dos dados na construção de explicações científicas, a partir da análise e interpretação de experiências clássicas.
- Identificar algumas características do trabalho investigativo conduzido pelos cientistas no século XVII.
- Reconhecer que as ideias em ciência mudam a partir de novos dados e/ou novas interpretações sobre os dados, mesmo quando os cientistas não podem observar diretamente partes da realidade.

MATERIAL

- *PowerPoint* “Ideias acerca da combustão no século XVII”
- *PowerPoint* “A nutrição das plantas: Uma história com dois séculos”

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Contextualização do tema “Nutrição das plantas”, enquadrando-o na sequência de investigações e descobertas sobre a combustão/oxidação e o papel da luz no processo de síntese da matéria orgânica.
- Discussão das questões apresentadas em *PowerPoint*.
- Explicitação, em cada situação de aprendizagem, das perspectivas de abordagem das dimensões de construção da ciência com ela relacionadas.

[Informação para o professor:

A atividade 4, embora separada das atividades 5 e 6, por conveniência da gestão dos recursos e dos tempos letivos, está intimamente relacionada com elas, focando-se na nutrição das plantas (fotossíntese). O conjunto destas atividades tem como finalidade conceptualizar o papel da observação, da interpretação, da previsão e da experimentação na formulação de teorias explicativas, numa perspectiva que evidencie a mudança das teorias em ciência. A escolha do tema justifica-se: (a) pela pertinência de uma função biológica que está na base da conservação da vida na ecosfera; (b) por ser um tema trabalhado com diferentes níveis de conceptualização em alguns blocos do programa do Estudo do Meio; (c) pelo facto das evidências sobre a evolução do conhecimento, nesta área particular da fisiologia das plantas, estarem muito bem documentadas].

[Sugestões para o professor:

Na introdução da atividade 4, pode iniciar-se a contextualização regressando à questão: como é que os cientistas sabem...? Recorrendo a diversos exemplos na história da ciência sobre explicações de fenómenos encontraremos algumas ideias que hoje nos fazem sorrir, mas que, à época, pareciam argumentos lógicos e eram aceites por todos os cientistas. Para dar sequência aos conceitos científicos discutidos na Atividade 3, propõe-se apreciar a ideia de combustão que havia no séc. XVII (reforçar/voltar a interrogar sobre o conceito de combustão) e tentar compreender como o que se pensava sobre a combustão se cruzou com outras ideias dando lugar a novas questões e novas investigações. O texto que se segue – “Informação de base para a contextualização da atividade” – é para suporte do professor, devendo este esquematizar, em PPT, os dados nele incluídos, tal como é sugerido a seguir.

Texto para adaptação a PowerPoint

Ideias sobre a combustão no séc. XVII...

No início do séc. XVII, os investigadores notaram que algumas substâncias entravam nas reações químicas mas, no final, os produtos da reação eram substâncias com propriedades e composição química diferentes. A partir daí, baseados em grande número de dados

empíricos, os investigadores de então – os alquimistas¹⁰⁸ – enunciaram a *teoria da transmutação* – processo pelo qual uma substância se transformava noutra. Nessa altura, pouco ou nada se sabia acerca da natureza dos gases. Chamavam-lhes “substâncias aeromorfas”.

Antes da descoberta do oxigénio os “químicos”, ao observarem fenómenos de combustão, pensaram que o fogo brotava da matéria. De acordo com a teoria de George Stahl (1659-1734), o *flogístico* (ou *flogisto*) pode ser considerado como fogo fixado na matéria e que se escapava dela durante a combustão (uma decomposição). Daí atribuir-se um peso negativo ao flogístico. O ar “desflogisticado” era o ar puro¹⁰⁹.

A “teoria do flogístico” dava conta de um número considerável de fenómenos observáveis. Por exemplo, os primeiros cientistas repararam que uma vela a arder sob uma campânula fechada se apagava. Agora sabemos que é porque já não existe mais oxigénio dentro da campânula mas, para aqueles cientistas, o ar era referido como tendo sido “flogisticado”, ou seja, “fixado” e incapaz de suportar uma nova combustão.

A “teoria do flogístico” explicava adequadamente o fenómeno da combustão e, no caso da combustão da vela, é tão boa como a atual teoria envolvendo o oxigénio. A “teoria do flogístico” era tão importante para os cientistas do século XVII como a teoria atómica é para os cientistas de hoje¹¹⁰.



Figura 1- Doutor “Flogisto”
[library.kiwix.org, capturado em 22 Maio 2011]

1. Enuncie o conceito de combustão, à luz da “teoria do flogístico”.
2. O “flogístico” era uma entidade não observável. Que características envolvidas na construção do conhecimento científico são evidenciadas no processo conducente à apresentação da “teoria do flogístico”?
3. Porque é que a “teoria do flogístico”, sendo “incorreta”, era aceite pela maioria dos cientistas da época?

[Sugestões para o professor:

Estas questões englobam capacidades e conhecimentos relativos a diversos aspetos das dimensões filosófica, histórica e psicológica da ciência. Espera-se que os estudantes retirem do texto a conceção de Stahl sobre a combustão. Em relação às questões 2 e 3, os estudantes devem referir que, por vezes, as explicações científicas se baseiam em dados não observáveis diretamente (o “flogístico”) e que as explicações coerentes e consistentes com o que se conhece são aceites até que surjam novos dados que as confrontem ou invalidem, originando novas explicações. Segundo Vidal, a “teoria do flogístico” é um dos primeiros exemplos conhecidos de uma hipótese falsa que leva a conclusões verdadeiras e possibilita ajudar os estudantes a fazerem a distinção entre verdade e certeza em ciência.

¹⁰⁸ Embora os alquimistas sejam frequentemente referidos como os que procuravam transformar metais básicos em ouro, poucos foram os que realmente o tentaram.

¹⁰⁹ Antes da descoberta do oxigénio os químicos ao observarem fenómenos de combustão pensaram que o fogo brotava da matéria. De acordo com a teoria de George Stahl (1659-1734), o *flogístico* pode ser considerado como fogo fixado na matéria e que se escapava dela durante a combustão. O ar “desflogisticado” era o ar puro [Vidal, B. (1986). *História da Química*. Lisboa: Edições 70].

¹¹⁰ Baker, J. W. & Allen, G. (1978). *The study of Biology*. USA: Addison-Wesley, p. 244

De forma a sintetizar as ideias discutidas, relacionadas com a construção da ciência, o professor pode apresentar o seguinte resumo (*sugestão*):

As explicações científicas são, em parte, baseadas nas observações sobre a realidade. A procura de interpretações coerentes dos dados disponíveis e consistentes com as teorias existentes, envolve a procura de relações lógicas em que a imaginação e a criatividade dos cientistas desempenham um papel fundamental. A descoberta de novos dados pode originar novas interpretações e conduzir à mudança das explicações científicas. Isto significa que “as verdades” em ciência são provisórias.

[*Sugestão para o professor - fórum online*]:

Sobre os conceitos de verdade e de certeza em ciência, o professor poderá sugerir a seguinte questão para ser discutida num fórum, proporcionando uma oportunidade de reflexão mais aprofundada:

Karl Popper, filósofo da ciência, criticou as ideias de outros filósofos da ciência, em particular o conceito de paradigma de Kuhn, por considerarem o estabelecimento das “verdades” em ciência (*paradigmas*) dependente das ideias perfilhadas por uma ou outra escola de pensamento, ou seja, grupo de cientistas que adotam um ou outro paradigma. Popper (1989)¹¹¹ escreveu:

“Suponho que o relativismo na conceção da verdade de certos filósofos é uma consequência da confusão à volta das ideias de verdade e de certeza; porque em relação à certeza, pode dizer-se que existem graduações de certeza e, logo, uma maior ou menor precisão. A certeza é igualmente relativa no sentido em que está sempre dependente do que se encontra em jogo” (p.19).

Comente esta frase, relacionando as ideias de Popper com o facto da “teoria do flogístico”, embora “falsa”, permitir explicar fenómenos reais, verdadeiros (Vidal, 1986), como a combustão e a “purificação” do ar.

[*Sugestões para o professor*]:

Procurando estabelecer a relação entre a descoberta do oxigénio e a evolução das ideias sobre a nutrição das plantas, e para lembrar e sistematizar os primeiros conhecimentos e explicações dos cientistas sobre o processo de nutrição das plantas, sugere-se que o professor apresente o *PowerPoint* “Nutrição das plantas” (em baixo, versão impressa), em que se exploram as experiências clássicas de Van Helmont, Woodward e Hales, as previsões e hipóteses que colocaram e os resultados obtidos.

As respostas às questões (propostas no último diapositivo) englobam capacidades e conhecimentos relacionados com diversos aspetos das dimensões filosófica, psicológica e histórica da ciência. Nas respostas às questões 1 e 2 espera-se que os estudantes identifiquem o problema de Hales, as hipóteses que colocou e testou e, em particular, a previsão sobre a existência de mais algum “alimento secreto da vida”. A questão 3 remete diretamente para aspetos essenciais da dimensão histórica – o recurso ao conhecimento estabelecido e publicado, como fonte de referência teórica acessível à comunidade científica para a realização de novas observações e investigações. Caso os estudantes não refiram, o professor deve focar o aspeto da persistência e paciência dos investigadores dado o número de ensaios realizados visando a validade das conclusões que enunciaram].

Para sintetizar as ideias discutidas, o professor pode apresentar o seguinte texto:

¹¹¹ Popper, K. (1989). *Em busca de um mundo melhor*. Lisboa: Editorial Fragmentos.

Por vezes as explicações sobre determinados fenómenos são objeto de dúvidas por parte de outros cientistas que, como Hales, testam repetidamente essas ideias. Este processo de trabalho conduz, com frequência, a novas hipóteses explicativas e a novas previsões (fecundidade), sujeitas à testagem e à crítica racional. Evidenciam-se, assim, aspetos essenciais da dimensão histórica - o recurso ao conhecimento estabelecido como fonte de referência teórica acessível à comunidade científica fundamental para a investigação.

[PowerPoint “A nutrição das plantas: Uma história com dois séculos”

A nutrição das plantas

Alguns episódios de uma história com dois séculos

IDEM Leonor Saraiva 2012/13

A nutrição das plantas

- No início do séc. XVII, os investigadores repararam que nas reacções químicas entravam umas substâncias e saíam outras – *teoria da transmutação*.
- A crença na transmutação, a falta de conhecimentos sobre os gases e a aceitação da ‘teoria do flogístico’, constituíam o quadro teórico em que se basearam os estudos dos primeiros fisiologistas de plantas.

IDEM Leonor Saraiva 2012/13

As experiências de Van Helmont (1577-1644)

Van Helmont era um médico belga muito hábil a fazer experiências de química e medições, coisa invulgar na época.



IDEM Leonor Saraiva 2012/13

“Peguei num recipiente grande onde coloquei 200 libras de terra que tinha secado num forno e humedeci-a com água da chuva. Plantei um tronco de salgueiro que pesava 5 libras. Após cinco anos, a árvore daí resultante pesava 169 libras e cerca de 3 onças. Temendo que o pó que poisava na planta se tivesse juntado à terra, cobri o recipiente com uma placa de ferro com muitos buracos [...]”



“Tornei a secar a terra e verificou-se que as 200 libras perderam apenas cerca de 2 onças. Portanto, as 164 libras de madeira, raízes e cascas formaram-se somente a partir de água.”

http://legacy.icslark.edu/~bbaxter/200lectures/lecture_imagen/2_23_biomass.jpg, capturado em Maio, 19 de 2008M Leonor Saraiva 2012/13

O trabalho de John Woodward (1665-1728)

Este físico da universidade de Cambridge questionou, em 1690, a conclusão de Van Helmont. A partir das suas próprias observações, Woodward constatou que “até a mais clara água está longe de ser pura”. Nas suas investigações colocou porções de água previamente medidas em recipientes de vidro. Para evitar a evaporação, cobriu cada recipiente com pele de animal. Depois, pesou cuidadosamente várias plantas e introduziu uma em cada recipiente, através de um pequeno orifício feito na cobertura, de modo que as raízes ficassem dentro da água. Como o nível de água ia baixando nos recipientes, de vez em quando, adicionava porções de água previamente pesadas. Todos os recipientes foram colocados numa janela, com igual exposição ao ar e à luz do sol.



IDEM Leonor Saraiva 2012/13

O trabalho de John Woodward (cont.)

Durante o verão e princípio do outono de 1691, Woodward realizou experiências ao longo de 77 dias e no verão seguinte uma outra série em 56 dias. Reparou então que o aumento de peso das plantas era pequeníssimo quando comparado com a quantidade de água utilizada nas experiências.

Concluiu que “a maior parte da massa fluida (sol. de água) foi expulsa e conduzida através dos poros das folhas para a atmosfera”, e ainda que “uma grande parte do material terrestre misturado com a água (partículas em suspensão) ascendeu à planta, bem como à água [...] Os vegetais não são formados de água, mas de um certo material terrestre [...] e podemos razoavelmente concluir que é a terra e não a água a matéria que constitui os vegetais, [...] a água serve apenas de veículo ao material terrestre que forma os vegetais e não adiciona nada a eles.”

IDEM Leonor Saraiva 2012/13

O trabalho de Stephen Hales(1677-1761)



Cem anos depois, Hales que se interessava pelo problema da passagem dos materiais através das plantas, decidiu repetir a experiência de Van Helmont. Ele não tinha a certeza que a água e a terra pudessem ser as únicas substâncias envolvidas na nutrição das plantas. Nas suas experiências, mediu a água absorvida pelas raízes da árvore e também a água perdida através das folhas, tendo descoberto que alguma da água, não muita, ficava na árvore em crescimento. Propôs, ainda, que o ar deve conter algum "alimento secreto da vida".

IDEM Leonor Saralva 2012/13

1- Qual era o problema que Stephen Hales investigava?

2- Por que razão Hales terá repetido a experiência de Van Helmont?

3- Como é que estes relatos sobre a nutrição das plantas podem contribuir para compreendermos a importância dos cientistas, no seu trabalho, recorrerem aos estudos já publicados por outros investigadores (o "arquivo" da ciência)?

IDEM Leonor Saralva 2012/13

ATIVIDADE 5 – O papel da experimentação, da previsão e da hipótese em ciência: A nutrição das plantas

OBJETIVOS

- Relacionar a observação-experimentação-teoria, a partir da análise e interpretação de experiências clássicas.
- Relacionar as características de personalidade e os comportamentos individuais dos cientistas com o modo como conduzem o seu trabalho investigativo.
- Reconhecer que as ideias em ciência mudam a partir de novos dados e/ou novas interpretações sobre os dados, mesmo quando os cientistas não podem observar diretamente partes da realidade.

MATERIAL

- Relato de Joseph Priestley das suas experiências com diferentes tipos de ar. (Texto D)
- Relato de Jan Ingenhousz acerca de experiências com vegetais. (Texto E)
- Texto informativo sobre a nutrição das plantas. (Texto F)
- *Guião de trabalho.*

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Análise e interpretação dos textos D, E e F.
- Apresentação e discussão das respostas às questões sobre os textos.
- Explicitação, em cada situação de aprendizagem, das perspetivas de abordagem das dimensões de construção da ciência com elas relacionadas.

[Informação para o professor:

A atividade 5 remete para a compreensão do modo de trabalho individual e solitário dos cientistas do século XVII (época da fundação da ciência moderna) e dos recursos limitados em termos da instrumentação científica existente à época. No sentido de se estabelecer a relação observação-experimentação-teoria, os exemplos selecionados para iniciar a atividade são descrições parciais das experiências de Priestley e de Ingenhousz (Textos D e E). Para realçar os processos investigativos em ciência e o modo como os cientistas trabalham (*inquiry*), as questões que orientam a atividade procuram seguir a metodologia das atividades de discussão em ciências].

Guião de trabalho [parte 1]

1. Leia com atenção os textos D e E. A partir da leitura dos textos, compare as investigações de Priestley e Ingenhousz e responda às questões 1.1 a 1.4:
 - 1.1. As investigações descritas foram conduzidas de forma a garantirem o rigor das observações e o controlo das variáveis. Justifique esta afirmação com base nos dados fornecidos pelos relatos dos dois cientistas.
 - 1.2. Como é que os relatos de Priestley e Ingenhousz contribuem para a compreensão sobre o modo como os cientistas trabalham?
 - 1.3. Priestley estudava os gases quando se deparou com um resultado inesperado. Que características de personalidade revelou o procedimento de Priestley nesse caso?
 - 1.4. Com base nos relatos dos cientistas, explique em que medida é que os trabalhos de Priestley e de Ingenhousz evidenciam a evolução do conhecimento científico.

[Sugestões para o professor:

As respostas às questões do guião englobam capacidades e conhecimentos relacionados com diversos aspetos das dimensões filosófica, psicológica, histórica e sociológica interna da ciência. Durante a discussão da resposta à questão 1.1, espera-se que os estudantes refiram o enunciado dos problemas que os dois cientistas investigavam, das hipóteses que colocaram e, ainda, o rigor com que ambos os cientistas fizeram o controlo das variáveis, incluindo a necessidade que sentiram de repetir os ensaios por diversas vezes para garantirem a validade dos resultados (exatidão preditiva, explicações coerentes com os dados e consistentes com o conhecimento anterior).

A questão 1.2. deverá remeter para a validade do teste experimental (sabendo-se exatamente qual é a condição que se prevê produzir um determinado efeito), ou seja, é necessário identificar, medir, descrever e controlar as variáveis que estão presentes e relatar todo esse trabalho com minúcia e rigor, tornando-o acessível à comunidade científica - são características do trabalho investigativo que os cientistas desenvolvem. Possível síntese a apresentar:

Os relatos de Priestley e Ingenhousz revelam diversos aspetos do trabalho investigativo: as questões que orientam a investigação (os problemas científicos) dão origem a respostas provisórias (hipóteses) que são testadas repetidamente por diversos e rigorosos procedimentos de observação, medição e experimentação em busca da sua validação. Uma experiência científica é uma atividade controlada, especialmente desenhada para testar uma hipótese, por manipulação das variáveis (variáveis independentes) que se pretendem estudar em relação aos efeitos produzidos (variáveis dependentes) e que podem ser medidos. As hipóteses são afirmações formais baseadas em investigações e conhecimento científico logicamente construído, sujeitas à validação mas nunca provadas como “certas”. As atividades investigativas envolvem a experimentação e a observação.

Os relatos também evidenciam o papel da divulgação dos resultados das investigações possibilitando o acesso a outros cientistas que trabalham sobre problemas semelhantes.

Em relação à questão 1.3., os estudantes devem evidenciar o papel do acaso em ciência e as características da personalidade de Priestley: a curiosidade e o espírito crítico. À partida, Priestley queria apenas fazer experiências com gases mas foi capaz de observar e estudar experimentalmente um resultado inesperado e de o interpretar corretamente com os dados que possuía, contribuindo para o esclarecimento da nutrição das plantas. O professor pode realçar o facto de muitas descobertas terem sido devidas ao acaso, lembrando exemplos como a descoberta da penicilina, e discutindo a ideia de que, seguramente, muitas outras descobertas foram mais tardias porque alguns investigadores não se interrogaram sobre resultados inesperados.

Em relação à questão 1.4, espera-se que os estudantes refiram o carácter provisório e ensaístico do conhecimento e que as tentativas de explicação para um fenómeno ou acontecimento são sempre baseadas em conhecimentos anteriores. Qualquer explicação é sempre provisória e pode ser modificada a partir de novos dados obtidos com novas investigações, como as que Ingenhousz realizou, conduzindo à evolução do conhecimento científico. Os estudantes podem referir que Priestley tinha observado que as velas ardiam muito bem no ar onde tinham estado alguns vegetais e que esse ar era adequado para um ratinho respirar. De acordo com Matthews (2009)¹¹², Priestley não só contribuiu para romper com as conceções aristotélicas sobre alimentação das plantas e sobre o ar, como sendo um “elemento” simples, como distinguiu claramente entre as observações (sobre as quais pensava que devia haver acordo entre os investigadores) e os mecanismos inerentes não observáveis (consistência externa da

¹¹² Matthews, M. (2009). Science and worldviews in the classroom: Joseph Priestley and photosynthesis. *Science & Education*, 18, 929–960.

teorização). Ingenhousz foi capaz de compreender a influência da luz sobre as plantas, mais especificamente sobre as suas partes verdes, no processo de purificação do ar. Os estudantes devem referir, ainda, que, pela primeira vez, este cientista descreveu a observação da libertação de bolhas gasosas – oxigênio - durante o processo de “purificação do ar”. Ingenhousz pode articular as observações de Priestley com as que realizou nas suas inúmeras experiências, identificando a luz como uma variável essencial ao processo de nutrição das plantas e relacionando-o com a purificação do ar atmosférico próprio para a respiração (exatidão preditiva), apresentando uma explicação coerente, embora parcial, do fenómeno. O professor deve dar relevo aos novos conhecimentos que foram sendo publicados pelos investigadores e ao papel que o conhecimento anterior (neste caso as experiências de Priestley) tem como fonte de conhecimento para novos estudos. Possível síntese a apresentar:

Na construção do conhecimento científico as características da personalidade dos cientistas têm um papel determinante para o sucesso do trabalho investigativo: a curiosidade e a capacidade de se interrogarem sobre o real possibilita reorientarem as investigações. Priestley estudava os gases quando se apercebeu que havia interação com as plantas verdes e a qualidade do ar e, persistindo nesta linha de trabalho, foi capaz de distinguir as observações dos mecanismos, não observáveis, inerentes às plantas; também a persistência e a imaginação e criatividade de Ingenhousz, possibilitaram-lhe recolher novos dados e articulá-los com as conclusões de Priestley e compreender o papel da luz no processo, identificando-a como uma variável essencial à nutrição das plantas e à purificação do ar, originando a evolução das explicações científicas sobre este problema. Tanto Priestley como Ingenhousz devem ter sentido “o prazer de estar na fronteira entre o conhecido e o desconhecido e perceber como é que os mecanismos funcionam”, como afirmou Quintanilha (Atividade 2).

Texto D - Relato de Joseph Priestley¹¹³ das suas experiências com diferentes tipos de ar.

Observações em diferentes tipos de ar

Joseph Priestley (1772)

Eu elogio-me a mim próprio por ter tropeçado acidentalmente num método para “restaurar” o ar que foi “ferido” por velas a arder e por ter descoberto pelo menos um dos “restauradores” do ar que a natureza emprega com este propósito. É a vegetação.

Podia imaginar-se que, já que o ar é necessário tanto para os vegetais como para a vida animal, tanto as plantas como os animais o influenciam da mesma maneira e eu mesmo tinha essa expectativa quando pela primeira vez coloquei um ramito de hortelã-pimenta num jarro de vidro invertido sobre uma vasilha com água; mas, quando ele continuou a crescer lá dentro durante alguns meses, descobri que o ar não apagava uma vela nem era inconveniente para um ratinho vivo que lá coloquei.

Tendo descoberto que as velas ardem muito bem no ar onde cresceram plantas durante muito tempo, achando lógico haver algo na vegetação que “restaurava” o ar “ferido” pela respiração, pensei que também era possível que o mesmo processo “restaurasse” o ar que tinha sido “ferido” pela queima de velas.

¹¹³ Joseph Priestley (1733-1804) era um ativista político inglês, desfavorável à política britânica em relação às colónias americanas e apoiante da Revolução Francesa. Tinha recebido uma educação em filosofia e línguas mas, após ter assistido a uma conferência de um eminente químico da época, desenvolveu enorme interesse pelo estudo da química. As suas ideias políticas, impopulares, levaram uma multidão a incendiar-lhe a casa, a biblioteca e o laboratório. Mudou-se para a Pensilvânia (EUA) e nos últimos dez anos da sua vida fez diversos estudos com os gases a que chamava “diferentes tipos de ar”.

Assim sendo, em 17 de Agosto de 1771, pus outra vez o ramito de hortelã-pimenta num ar onde tinha sido queimada uma vela e descobri que no 27º dia do mesmo mês outra vela ardia perfeitamente bem. Repeti esta experiência, sem qualquer variação, não menos de oito a dez vezes durante o resto do verão. Por várias vezes dividi a quantidade de ar onde a vela tinha ardido em duas partes, pondo a planta numa delas e deixando a outra nas mesmas condições mas sem nenhuma planta; e nunca deixei de verificar que a vela ardia muito bem na primeira mas nunca na segunda.

[Traduzido e extraído de Baumel, H. B. & Berger, J. J. (s.d.). *Biology....its people and its papers*. pp. (34-35). Washington, D.C: NSTA.]

Texto E - Relato de Jan Ingenhousz¹¹⁴ acerca de experiências com vegetais

Experiências com vegetais

Jan Ingenhousz (1779)

Eu não estava envolvido neste trabalho há muito tempo, quando uma importante cena se abriu ao meu olhar: observei que as plantas não só tinham a faculdade de corrigir “ar mau”, crescendo nele, em seis ou dez dias, como as experiências do Dr. Priestley indicavam, mas executam este importante trabalho, totalmente, nalgumas horas; e esta maravilhosa operação, não se deve de modo nenhum ao desenvolvimento vegetativo, mas sim à influência da luz do sol sobre a planta.

Esta notável propriedade das plantas é, de facto, muito grande já que em poucas horas, ou mesmo algumas vezes em hora e meia, purificam de tal modo uma quantidade de ar bastante impróprio para a respiração que ele se torna equivalente, em qualidade, ao ar atmosférico. São capazes de o fazer mesmo fechadas num recipiente de vidro sem água. Uma folha de trepadeira fechada numa redoma de uma onça¹¹⁵ cheia de ar tornado impuro pela respiração, de tal modo que uma vela não podia lá arder, restaurou este ar até atingir a qualidade do ar comum no espaço de hora e meia. Mas as plantas só gozam deste privilégio à luz do dia e quando crescem em lugares iluminados.[...]

Experiências mostrando que só as folhas e os caules verdes melhoram o ar vulgar ou repõem ar desflogisticado

Coloquei alguns pés verdes de um salgueiro, a que retirara as folhas, num vaso com a capacidade de um galão¹¹⁶ cheio de água. Como de costume, o vaso foi invertido e exposto ao sol durante quatro horas. Os ramos começaram a ficar maravilhosamente cobertos por um número infinito de bolhas de ar redondas. Obteve-se uma grande quantidade de ar desflogisticado.

[Traduzido e adaptado de Baumel, H. B. & Berger, J. J. (s.d.). *Biology....its people and its papers*.(pp. 36-37). Washington, D.C.: NSTA.]

Guião de trabalho [parte 2]

1. Leia agora o texto F e responda às questões que se seguem.
 - 1.1. Qual ou quais foram os contributos de Lavoisier para que a “teoria do flogístico” fosse abandonada? E para a evolução da química?
 - 1.2. Como caracteriza a atitude de Lavoisier ao omitir os trabalhos de Scheele e de Priestley nas suas publicações.
 - 1.3. O que se sabe atualmente sobre a nutrição das plantas resulta de um longo processo de acumulação de conhecimentos através do qual se evidenciam diversos aspetos das cinco

114 Jan Ingenhousz (1730-1799), médico holandês na corte da imperatriz Maria Teresa de Áustria, estabeleceu-se em Londres e, no verão de 1778, realizou mais de 500 ensaios experimentais com plantas.

115 Equivale a 0.02956 litro ou 28,961 grama.

116 Medida de capacidade que, em Inglaterra, vale 4,544l.

dimensões de construção da ciência. Comente esta afirmação, fundamentando a sua resposta.

[Sugestões para o professor:

Estas questões englobam capacidades e conhecimentos relativos a diversos aspetos das dimensões filosófica, psicológica, histórica, sociológica interna e sociológica externa da ciência. Espera-se que nas respostas à questão 2.1, os estudantes refiram a unificação dos conceitos de oxidação, combustão e enferrujamento, o enunciado da lei da conservação da massa e o abandono da teoria do flogístico. Em relação à questão 2.2, os estudantes devem reconhecer, no comportamento de Lavoisier, a falta de ética e uma certa forma de plágio que, por vezes, acontece em ciência - honestidade/desonestidade intelectual-, mas também a necessidade de validação pelos pares de que é exemplo Scheele, ao pedir a Lavoisier que repetisse a experiência que ele tinha realizado. Com os comentários à questão 2.3, procura-se que os estudantes sejam capazes de sintetizar os aspetos mais relevantes aprendidos sobre as várias DCC, recorrendo ao esquema de Ziman que têm vindo a construir - identificar aspetos já registados que especificam as características de cada uma das dimensões metacientíficas e acrescentar os aspetos da dimensão histórica, da ética científica e das mudanças na organização do trabalho, financiamento e visibilidade atual da investigação científica, trabalhados ao longo desta atividade.

Possível síntese a ser apresentada:

A postura ética dos cientistas (honestidade ou desonestidade intelectual) influencia o seu trabalho quando estão em jogo ambições de progressão na carreira, obtenção de vantagens financeiras, desejo de fama e de reconhecimento pelos pares ou mesmo pressões de setores exteriores à atividade científica.

Texto F – Texto informativo sobre a nutrição das plantas

No século XVIII a identificação e o estudo dos gases (a “pneumática”) estava na moda e, por toda a Europa, alguns dos maiores cientistas experimentais dedicavam-se a estes estudos.



Fig. 1- Scheele no seu laboratório

[<http://www.pharmacy.wsu.edu/History/images/picture21.jpg>, capturada em fevereiro de 2011]

A identificação do oxigénio é um caso de descoberta simultânea: o sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786)¹¹⁷ foi o primeiro a descobri-lo (1771) no seu modesto laboratório de farmacêutico (figura 1) e deu-lhe o nome de “gás do fogo”; Priestley, tendo a vantagem de estar ligado às academias das ciências inglesas, foi o primeiro a publicar a descoberta designando-o por “ar desflogisticado”, na sua obra *Experiências e observações sobre diferentes espécies de ar*, em 3 volumes (editados entre 1774 e 1777) que foram imediatamente traduzidos para italiano, francês, alemão e flamengo.

¹¹⁷ Scheele descobriu 7 elementos – azoto, oxigénio, cloro, manganês, molibdénio, bário e tungsténio- e trabalhou muito com metais pesados que, por serem venenosos, facto que Scheele desconhecia, terão provocado a sua morte aos 44 anos.

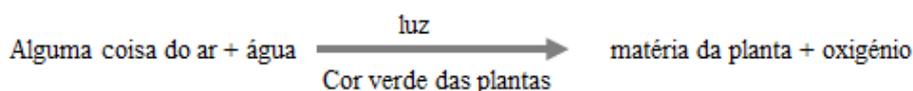
Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794)¹¹⁸, químico nas horas vagas (figura 2), foi o primeiro a compreender o papel daquele gás nas combustões. Designou-o por oxigénio (que significa gerador de ácidos - designação incorreta porque há vários ácidos que não contêm oxigénio). Simultaneidade de descobertas em ciência não significa absoluta coincidência no tempo, particularmente numa época em que a comunicação entre cientistas, feita por correspondência ou visitas pessoais, era lenta. Contudo, estes três cientistas conheciam razoavelmente os trabalhos uns dos outros. Em setembro de 1774, Scheele escreveu uma carta a Lavoisier dando-lhe conta da sua descoberta e pedindo-lhe que repetisse a experiência. Embora tivesse recebido a carta¹¹⁹, Lavoisier nunca lhe respondeu.



Fig.2 – Retrato de Lavoisier [<http://www.cdcc.usp.br/quimica/galeria/lavoisier.gif>, capturada em fevereiro de 2011]

Priestley visitou Lavoisier em Paris em 1774 e pô-lo ao corrente das suas observações com o “ar desflogisticado”. Este facto permitiu a Lavoisier dar mais precisão às conceções que já possuía e provar que era esse mesmo gás que se combinava com os metais quando estes calcinavam (queimavam) e constatar, quase ao mesmo tempo que Priestley, que esse gás isolado é respirável. Quando Lavoisier publicou os seus resultados em 1777 (*Sobre a combustão em geral*) não fez qualquer referência aos contributos de Scheele e de Priestley. O seu génio foi perceber o papel do oxigénio, unificando os processos de oxidação – a combustão, o enferrujamento e a respiração – e destruir a “teoria do flogístico”. Permitiu, também, explicar o aumento de massa resultante das oxidações por combinação das substâncias com o oxigénio, ou seja, que a matéria pode transformar-se mas não se perde (lei da Conservação da Massa).

O abandono da “teoria do flogístico” conduziu a um avanço no estudo da nutrição das plantas e os fisiologistas da época começaram a suspeitar de que o processo podia ser representado por uma equação do tipo:

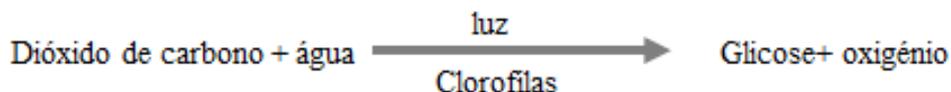


Após numerosos estudos experimentais e controvérsias sobre a origem do oxigénio e do papel da luz na nutrição das plantas, só no século XX, com o desenvolvimento da microscopia e do estudo da bioquímica com instrumentos de análise cada vez mais sensíveis e especializados, foi possível chegar ao conceito atual: a nutrição das plantas envolve a captação da água com sais minerais dissolvidos pelas raízes das plantas (e o seu transporte a todos os órgãos) e a captação do dióxido de carbono

118 Lavoisier era arrendatário do Estado para a cobrança de impostos e Administrador das Pólvoras e Salitres o que lhe permitia ganhar bastante dinheiro e dedicar-se à química. As descobertas de Lavoisier coincidiram com a época do Terror durante a Revolução Francesa e a sua firma de cobrança de impostos era tão odiada que foi das primeiras a ser encerrada pelos revolucionários. Preso e acusado de traição foi guilhotinado em maio de 1794 juntamente com outros membros da firma.

119 A célebre carta, datada de 30 de setembro de 1774, foi encontrada entre os papéis de Lavoisier em 1890 pelo cientista e historiador de ciência Louis Grimaux e encontra-se, atualmente, nos arquivos da Academia das Ciências em Paris. Este episódio está no cerne de uma peça de teatro (já representada em Portugal), Oxigénio, escrita por dois cientistas contemporâneos: Hoffman, Nobel da Química em 1981 e Carl Djerassi, galardoado nos EUA com a National Medal of Science (1973) pela primeira síntese de um esteroide contraceptivo oral.

pelas folhas, a partir do ambiente (ar ou água); o processo envolve também a absorção da luz pelos pigmentos verdes das plantas (clorofilas) contidos em estruturas especializadas – os cloroplastos – e a transformação da energia solar em energia química (reação endenergética) utilizada para *sintetizar* matéria orgânica (moléculas do açúcar simples glicose) a partir da recombinação dos átomos de carbono e oxigénio do dióxido de carbono com os átomos de hidrogénio provenientes da *fotólise* (quebra por ação da energia luminosa) das moléculas de água. Daí que os produtos desta reação metabólica sejam a glicose (molécula que está na base da construção das moléculas dos nutrientes das plantas) e o oxigénio que “sobra” da quebra das moléculas de água. O oxigénio, libertado para o ambiente, através das folhas das plantas, torna o ar “respirável”, como afirmavam os fisiologistas do século XVIII. A equação geral deste complexo processo de reações químicas, designado por *fotossíntese*, pode representar-se de uma forma simplificada:



(Adaptado de: Calado, J.C.C. (2005). O dia em que nasceu a Química (pp. 47-81). In T. Lago, *et al.* *Despertar para a Ciência. As conferências de 2003* (pp. 47-81). Lisboa: Gradiva; Baker, J. W. & Allen, G. (1978). *The study of Biology*. USA: Addison-Wesley).

ATIVIDADE 6 – O papel das atividades experimentais no ensino das ciências: O crescimento de tomateiros em estufa.

OBJETIVOS

- Distinguir uma investigação experimental (com manipulação de variáveis) de outros tipos de investigações.
- Reconhecer o papel que a realização de investigações experimentais nas aulas do 1º CEB, promotoras da reflexão sobre o modo como os cientistas investigam, pode ter no desenvolvimento das capacidades associadas aos processos científicos dos alunos e na compreensão de aspetos essenciais das dimensões filosófica, histórica, psicológica e sociológica da ciência.

MATERIAL

- *Guião de trabalho.*

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Análise e interpretação de uma investigação experimental sobre o crescimento de plantas (tomateiros).
- Explicitação das perspetivas de abordagem das dimensões de construção da ciência relacionadas com os procedimentos de experimentação.
- Reflexão sobre o papel que a realização de investigações experimentais nas aulas do 1º CEB, associada a uma compreensão básica sobre o modo como os cientistas investigam, pode ter no desenvolvimento das capacidades associadas aos processos científicos dos alunos e na compreensão de aspetos essenciais das dimensões filosófica, histórica, psicológica e sociológica da ciência.

Guião de trabalho

1. Considere a seguinte investigação experimental sobre o crescimento de tomateiros e, com base na sua análise, responda às questões que se seguem.

O senhor Machado, agricultor há longo tempo, possuía uma cultura de tomateiros em estufa. Num determinado ano, decidiu tentar perceber melhor a influência do ambiente no crescimento das plantas. Submeteu vários tomateiros em crescimento a diversas temperaturas. Calculou o número médio de frutos produzidos por cada planta e obteve os dados que registou num gráfico (fig. 1).

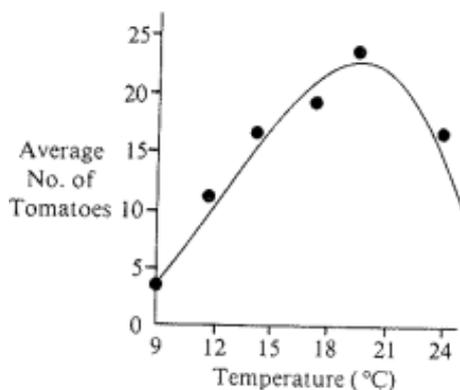


Fig. 1 - Nº médio de frutos produzidos em tomateiros sujeitos a diferentes temperaturas.

1. Formule o problema que orientou a investigação do Sr. Machado.
2. Identifique a variável que o Sr. Machado manipulou e as condições que manteve constantes.
3. Que hipótese/previsão teria ele? Justifique a sua resposta.
4. Analise os dados expressos no gráfico da figura 1 e escreva uma conclusão válida para os dados obtidos pelo Sr. Machado na investigação.

[Sugestões para o professor:

Estas questões englobam capacidades e conhecimentos relativos a diversos aspetos da dimensão filosófica da ciência. Em relação às questões 1 a 4, espera-se que os estudantes sejam capazes de identificar o problema em estudo, enunciarem hipóteses/previsões coerentes com o problema e apresentarem uma conclusão válida, do tipo: a produção de frutos dos tomateiros em crescimento depende da temperatura ambiente e atinge o máximo a uma temperatura de cerca de 20° C (temperatura ótima para as plantas em estudo). Espera-se, ainda, que na impossibilidade de realizarem investigações experimentais no âmbito desta UC por constrangimentos horários, tenham a oportunidade de, ao analisarem uma investigação como a proposta, refletirem sobre: o que é e como surge um problema investigável o papel das hipóteses e previsões como enunciados sujeitos a uma rigorosa testagem que envolve controlo experimental das variáveis em estudo; o valor dos dados empíricos recolhidos como único suporte de interpretações/conclusões científicas válidas.

Com o objetivo de promover a reflexão sobre as aprendizagens realizadas nas Atividades 4, 5 e 6, sem perder de vista a relevância do ensino/aprendizagem das ciências, sugere-se que o professor proponha uma questão, para discussão num fórum, do tipo:

Como é que o envolvimento dos alunos do 1.º CEB em atividades que lhes permitam compreender o modo como os cientistas fazem investigações experimentais e usam as observações para construir interpretações sobre a realidade, pode contribuir para o desenvolvimento das capacidades investigativas e a compreensão da construção do conhecimento científico?

[Sugestões para o professor:

Espera-se que esta questão leve os estudantes a relacionarem o papel das investigações experimentais no 1.º CEB, de modo a ajudar os alunos a desenvolverem a capacidade de enunciarem problemas e formularem hipóteses e previsões relacionadas com o problema a investigar, de forma a serem testadas experimentalmente e logicamente apoiadas ou rejeitadas pelos resultados obtidos. Através das questões, da análise e interpretação dos dados, o professor pode explicitar aos alunos o modo como os cientistas realizam investigações experimentais: testando hipóteses/previsões, através da mudança controlada de condições ambientais (variáveis) e da medição do resultado da mudança (relação de causa-efeito), ...].

Apresentação das orientações para o trabalho final

[Informação para o professor:

A partir deste momento, os estudantes vão realizar uma investigação experimental, enquadrada numa planificação para alunos do 1.º CEB, nas horas de trabalho autónomo. Este trabalho, de avaliação final, individual, é apoiado pelo docente nas horas de Orientação Tutória para tal destinadas. Os trabalhos serão apresentados e discutidos no grupo turma evidenciando as perspetivas de abordagem das dimensões de construção da ciência.

Referir que é na base dos conceitos trabalhados na UC até agora que vamos dar início à planificação de uma investigação experimental. Para isso, os estudantes devem imaginar uma situação de aprendizagem, em sala de aula, que tenha como objetivo desenvolver a capacidade dos alunos do 1.º CEB (3.º e/ou 4.º anos) fazerem investigações experimentais.

Para já os estudantes vão apenas planear e realizar a investigação experimental. Vai ser aberto um fórum para cada aluna colocar o seu tema e problema de investigação com a finalidade de se organizar o horário para realizarem a investigação experimental. O professor deve relembrar que: (a) o problema que orienta uma investigação tem que ser

formulado de uma maneira muito clara e precisa, caso contrário, poderemos encontrar dados que não se relacionam entre si nem com a questão a investigar ou só parcialmente correspondem à pergunta formulada; (b) formular hipóteses é sugerir explicações que sejam consistentes com as evidências que se possuem ou com um conceito ou princípio científico. (c) Sempre que se pretende testar uma hipótese e as previsões a ela associadas, é fundamental planear o teste com o maior rigor possível desde o material que se usa até ao modo como se observa e medem os resultados.

As orientações para a tarefa global vão ser colocadas na página da UC na plataforma *moodle*.

Leitura sugerida: Sá, J. G. (1994). *Renovar as práticas no 1º Ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora, pp. 42-59.

Consultas adicionais a sugerir:

Afonso, M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.

Cachapuz, A., Praia J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

Martins, I., et al (2006). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação (DGIDC).

Pereira, A. (2002). *Educação para a ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.

Sá, J. G. (2004). *Crianças aprendem a pensar ciências: Uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Porto Editora.

Santos, M.C. (2002). *Trabalho experimental no ensino das ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

ATIVIDADE 7 - O estatuto das teorias em ciência

OBJETIVOS

- Distinguir os conceitos de lei e teoria científica.
- Reconhecer que as leis e teorias em científicas mudam a partir de novos dados e/ou novas interpretações das evidências obtidas, estando sempre sujeitas a testagem e à crítica baseada em argumentos lógicos.
- Reconhecer a influência que as características pessoais dos cientistas, as ideias e dinâmicas das equipas em que trabalham desempenham no processo de construção do conhecimento científico.

MATERIAL

- *Guião de trabalho*

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Discussão das respostas às questões, sobre a importância de compreender o modo como as teorias científicas são construídas.

Guião de trabalho

1. Leia o seguinte texto e analise o esquema nele incluído:

Os cientistas tentam descrever e explicar os fenómenos naturais. Dão nomes precisos aos objetos e fenómenos que estudam porque *os termos* da linguagem que usamos no dia-a-dia podem não ser suficientemente rigorosos para designarem os *conceitos*, as descrições e as interpretações da realidade. Os cientistas consideram algumas descrições bastante seguras porque se referem a regularidades de fenómenos ou acontecimentos – são as *leis científicas*. Na atividade 4 foi referida a Lei da Conservação da Massa enunciada por Lavoisier. Originalmente, a lei estabelecia que na natureza a matéria não pode ser criada nem destruída. Contudo, depois de Einstein ter estabelecido a relação entre matéria e energia na sua famosa equação $E=mc^2$, a lei foi revista de modo a incluir o conceito de conversão recíproca da matéria em energia (a matéria pode ser considerada como uma forma de energia). Este exemplo mostra que as leis científicas não são exatamente leis da natureza mas apenas as mais úteis e melhores descrições da realidade que os cientistas conseguem fazer baseados nos dados que possuem (Bell, 2008)¹²⁰. Quando novos dados ou novas ideias surgem, as leis mudam, incluindo-os de um modo coerente.

Os cientistas produzem, ainda, outro tipo de interpretações sobre a realidade: explicações contendo uma ou mais hipóteses e fornecendo um quadro conceptual para a investigação - as *teorias científicas*. As teorias científicas explicam o que acontece de uma forma geral, o que vai além dos resultados observados: permitem prever outros resultados ou acontecimentos, unificam conceitos e estão, por vezes, na base da formulação de novos problemas e de novas investigações (Ziman, 1984)¹²¹.

As explicações científicas (teorias) constituem modelos imaginativos do que acontece ou aconteceu e têm, por isso, um papel essencial no enunciado das questões de investigação, nas metodologias de trabalho e nos critérios de avaliação usados para refutar ou validar os resultados. Na atividade 3 foi referido o modelo da molécula de ADN proposto por Watson e Crick em 1953 e aceite por toda a comunidade científica. O modelo explicou, pela primeira vez, um conjunto de dados conhecidos sobre a transmissão das características hereditárias de

¹²⁰ Bell, R.L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills. Activities for grades 3-8*. Boston; Pearson Education, Inc.

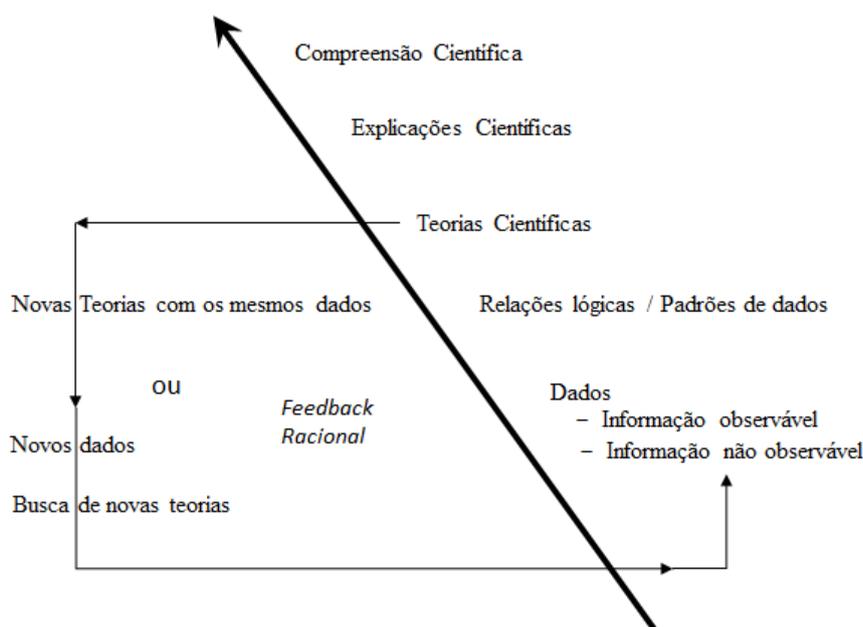
¹²¹ Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

pais para filhos, em particular a existência de unidades – os genes – responsáveis pela transmissão de características específicas por conterem a informação necessária à síntese das proteínas que estruturam e regulam o funcionamento de cada organismo vivo.

Contudo, a história da ciência (passada e presente) revela que nem todos os cientistas concordam com as mesmas explicações! Por exemplo, as explicações sobre a extinção dos dinossaúros (Queda de um meteoro no México? Alterações ambientais e falta de alimentos?, ...) e a teoria do Big Bang sobre a origem do universo ainda hoje causam polémicas.

Duschl (1990)¹²², investigador e educador em ciências, sintetiza estas ideias e a relevância do ensino e compreensão sobre o que são e como se constroem as teorias científicas no texto e esquema seguintes:

“As teorias estão mal representadas nas aulas de ciências; muitas vezes são tratadas como simples definições às quais se dedica pouco tempo [...]. As teorias científicas são complexas e merecem o mesmo esforço de compreensão tanto na sua aprendizagem como no modo como são construídas. [...]. As teorias científicas representam as melhores crenças racionais dos cientistas acerca do mundo que nos rodeia. Numa palavra são explicações - uma síntese de factos, finalidades e métodos da ciência. Também é claro que as teorias progridem (mudam) com o tempo numa espécie de rito de passagem. As novas teorias são sempre olhadas com ceticismo, e bem. Só algumas de entre elas passam os rigorosos testes da comunidade científica e são reconhecidas como válidas” (pp.42-45).



Duschl (1990, p. 49)

1. Enuncie os conceitos de lei e teoria científica, estabelecendo a distinção entre elas. Ilustre a sua resposta com exemplos diferentes dos referidos no texto.
2. Com base no esquema, descreva o tipo de dados, as relações lógicas (do tipo das leis científicas) que os cientistas estabelecem entre os dados disponíveis e outros aspetos conducentes à construção das teorias científicas.

[Sugestões para o professor:

Estas questões englobam capacidades e conhecimentos, designadamente, sobre vários aspetos das dimensões filosófica, histórica e sociológica interna da ciência. Relativamente à questão 1.1., os estudantes devem ser capazes de enunciar corretamente os conceitos de lei e de teoria

¹²² Duschl, R. (1990). *Restructuring science education. The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.

científica. É essencial questioná-los sobre a diferença entre uma lei e uma teoria científica: uma lei é a descrição de uma regularidade que possui grande exatidão preditiva; uma teoria é uma explicação coerente de um fenómeno ou acontecimento, consistente com outras ideias ou teorias já existentes, com capacidade unificadora entre conhecimentos de diferentes áreas (química e fisiologia das plantas, no caso analisado) e capaz de originar novas investigações (fecundidade) ... (DF). Sugere-se a projeção de uma síntese destes conceitos, do tipo:

As leis científicas são as melhores e mais úteis descrições das regularidades de fenómenos e acontecimentos naturais que os cientistas conseguem fazer baseados nos dados que possuem.

As teorias científicas são explicações gerais, imaginativas e críticas, construídas pelos cientistas, com base nos resultados observados e nos conhecimentos e experiências que possuem. Estas explicações têm grande capacidade de previsão sobre a realidade, podem conter uma ou mais hipóteses e fornecem um quadro conceptual orientador da investigação.

Leis e teorias científicas não são permanentes: podem mudar com a obtenção de novos dados e o aparecimento de novas ideias. Como Feynman referiu (Atividade 2), pensar que as teorias mudam apenas com novos dados experimentais é um chavão!

Em relação à questão 2, os estudantes devem ser capazes de fazer uma leitura crítica do esquema de Duschl, reconhecendo a existência de informações obtidas direta e indiretamente a que os cientistas recorrem para procurarem as relações lógicas, os padrões e os modelos que conduzem à construção das teorias científicas, aos processos de testagem e crítica racional para a aceitação ou refutação das explicações, às controvérsias, num processo dinâmico que leva ao progresso do conhecimento científico (compreensão do real). Espera-se que reconheçam a importância do recurso às diversas DCC (essencialmente DF e DSI) para a construção da ciência, recorrendo mais uma vez à análise e revisão do esquema de Ziman que têm vindo a construir, incluindo perspectivas das dimensões de construção da ciência que ainda não tenham sido registadas].

ATIVIDADE 8 - Motivação e ética em ciência: Análise de um caso de fraude

OBJETIVOS

- Reconhecer algumas características do trabalho científico como fruto da atividade de equipes multidisciplinares, dependentes de financiamentos externos para a investigação.
- Reconhecer a necessidade de regulação do trabalho científico e dos cientistas desenvolverem uma postura ética que impeça a cedência a interesses e ambições pessoais na elaboração e publicação dos trabalhos.

MATERIAL

- *Guião de trabalho*

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Contextualização do tema a partir do episódio já estudado sobre ética científica que envolveu Lavoisier.
- Análise e interpretação do artigo sobre a fraude de Hwang.
- Explicitação das perspectivas de abordagem das dimensões de construção da ciência relacionadas com o caso em análise.

Guião de trabalho

Leia o seguinte excerto de uma notícia sobre um caso de investigação em células estaminais humanas:

Hwang falsificou toda a pesquisa com células estaminais humanas

(10 de janeiro de 2006, *NewScientist.com news service*)

Pioneiro em trabalhos de clonagem, o sul-coreano Woo Suk Hwang falsificou toda a sua investigação da clonagem de células estaminais humanas de acordo com o relatório final de uma avaliação do seu trabalho e enfrenta agora um processo criminal por fraude.

O painel de peritos da Universidade Nacional de Seul (SNU), onde Hwang trabalhava quando publicou os seus artigos mais significativos, descobriu que ele não tinha criado a primeira linha de células estaminais embrionárias humanas a partir de um embrião clonado como afirmou no seu artigo de 2004 na revista *Science* (v. 303, p.1669). Tal como ele e a sua equipa não tinham criado 11 linhas de células estaminais a partir do mesmo número de pacientes, tal como publicaram na mesma revista em maio de 2005 (v. 308, p. 1777). Ambos os estudos tinham sido considerados grandes avanços científicos na investigação sobre células estaminais. Hwang não só ganhou fama internacional, tornando-se um herói na Coreia do Sul, como o governo lhe concedeu um financiamento de 40 milhões de dólares americanos. “Não existia nenhuma evidência científica de que Hwang tivesse criado as células estaminais”, afirmou Myung Hee Chung, presidente do painel, na conferência de imprensa da passada 3ª feira.

Mas a investigação conduzida pelo painel de peritos também revelou que o primeiro cão clonado no mundo - um galgo Afegão de nome *Snuppy* - criado por Hwang, era genuíno (figura 1). “Eles possuíam um grau de tecnologia significativa, como tiveram oportunidade de testemunhar no sucesso da clonagem de *Snuppy*”, disse Chung. “Contudo, não produziram linhas de células estaminais a partir de embriões clonados, com origem nos pacientes. Por outras palavras, a tecnologia que possuíam neste campo é apenas básica”.

O caso Hwang começou quando surgiram denúncias que ele tinha usado ovos de jovens colegas no seu trabalho de clonagem publicado no artigo de 2005



Fig. 1- Hwang com o galgo clonado. (http://averageguys.files.wordpress.com/2009/08/060512_woosuk_vlrg_330a-widex.jpg)

Hwang admitiu isto e foi então que começou a ser acusado de ter ‘fabricado’ os resultados. A revista *Science* iniciou o processo de rejeição do artigo como um resultado científico válido.

A investigação final da SNU revelou que todas as linhas de células estaminais eram falsas e os dados apresentados no artigo, incluindo os perfis de ADN e as fotografias, tinham sido ‘fabricados’.

(Traduzido e adaptado de <http://www.newscientist.com/>, capturado em 2006, janeiro 11)

1. Que fatores poderão estar na base do comportamento fraudulento de um cientista como Hwang que tinha sido bem-sucedido na clonagem animal e era já reconhecido por ter clonado o primeiro cão no mundo?
2. Como encara a atuação dos responsáveis pela revista *Science* neste processo? Justifique.

[Sugestão para o professor:

Estas questões englobam capacidades e conhecimentos relacionados com diversos aspetos das dimensões psicológica, sociológica interna e sociológica externa da ciência. Na resposta à questão 1, espera-se que os estudantes refiram “o desejo de descoberta” e a curiosidade (mistério) mas também a escolha de um determinado tipo de atividade profissional, o reconhecimento dos pares, ambições de carreira, ... incidindo sobretudo na DP e DSI. O professor pode dar relevo à questão da necessidade de financiamento externo para a maioria dos investigadores atuais que terá sido mais uma das razões que levou Hwang a produzir uma fraude científica, de tal ordem que não existiam evidências da criação de linhas de células estaminais humanas nem sequer da posse da tecnologia necessária para realizar esse trabalho. Para a discussão das respostas à questão 2, espera-se que os estudantes apontem a necessidade dos cientistas publicarem os seus resultados em revistas de referência, uma forma de comunicação científica essencial para o currículo científico. A discussão deve centrar-se na relevância da revista possuir um grupo de revisores científicos (*referees*) diverso e multidisciplinar que seja garante do maior rigor na avaliação científica do trabalho dos seus pares (DSI). Contudo, a necessidade de um certo secretismo do trabalho das equipas de investigação que lhes assegure o reconhecimento da autoria das descobertas (com todas as vantagens financeiras e prémios que podem obter, DSE), pode impedir os *referees* de acederem aos dados da pesquisa o que impossibilitará uma análise crítica do trabalho apresentado para publicação. Em caso de dúvida, uma possibilidade de controlo é solicitar a

fiscalização, através dos reguladores governamentais, das instituições de investigação (DSE)]. Para síntese das ideias exploradas nesta atividade, sugere-se a apresentação do seguinte resumo:

A postura ética dos cientistas (honestidade ou desonestidade intelectual) influencia o seu trabalho quando estão em jogo ambições de progressão na carreira, obtenção de vantagens financeiras, desejo de fama e de reconhecimento pelos pares ou mesmo pressões de setores exteriores à atividade científica. Daí a importância da constituição de mecanismo de controlo e monitorização do trabalho dos cientistas, seja o que é habitualmente realizado pelos pares ao nível da comunicação científica, seja o que deve ser realizado por uma entidade reguladora oficial.

ATIVIDADE 9 - Relação CTS: A alteração climática global

OBJETIVOS

- Reconhecer as relações que se estabelecem entre a ciência e a tecnologia e os diversos setores da sociedade, como uma influência decisiva na construção do conhecimento científico.
- Revelar sentido crítico na avaliação das interpretações científicas e argumentar logicamente recorrendo a fundamentos teóricos e a dados científicos disponíveis.
- Reconhecer o papel do debate público sobre as controvérsias socio científicas, como forma de envolver os cidadãos nas decisões que afetam a vida quotidiana.

MATERIAL

- Guião de trabalho

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Análise do caso (CTS) “Alteração climática global”.
- Discussão em grande grupo sobre as questões em análise.

[Sugestões para o professor:

O professor pode apresentar a atividade como ilustrativa de uma controvérsia socio científica atual: vamos analisar uma questão controversa – as alterações climáticas - e discutir a relevância do debate público deste tipo de problemas para o esclarecimento e participação dos cidadãos em geral. Simultaneamente, vamos praticar o uso de estratégias de discussão tal como devem ser desenvolvidas no ensino das ciências no 1.º CEB].

Guião de trabalho

1. Considere a seguinte informação:

A mudança global do clima é um aspeto aceite na nossa história climática. Sabe-se que houve ciclos de aquecimento e arrefecimento ao longo da história da Terra originados por fatores de natureza astronómica como é o caso das subtis variações na órbita da Terra com conseqüente mudança na incidência da energia solar. No século passado, entrou na discussão o papel do impacto das atividades humanas na mudança climática. Em debates recentes, os cientistas usaram o termo “alteração climática global” para significar “aquecimento global” que não exprime com rigor a ideia de mudança climática. A “teoria do aquecimento global” atraiu a atenção de cientistas e não cientistas, em todo o mundo, nas últimas décadas.

- 1.1. Discuta com as/os colegas de grupo os factos e acontecimentos que associam à “alteração climática global”. Apresentem oralmente à turma duas afirmações que melhor representem as vossas ideias.
- 1.2. Que dados necessitavam de pesquisar de forma a esclarecer e fundamentar adequadamente as vossas ideias?

[Sugestões para o professor:

Pretende-se, com a questão 1, que os estudantes exponham as suas ideias, orientando a atividade segundo a perspectiva da identificação de concepções alternativas. O professor poderá registar as concepções, as justificações que os estudantes apresentam e os dados que afirmam necessitar para uma clara fundamentação dessas ideias. Sem por de lado a possibilidade de os estudantes quererem fazer pesquisas documentais mais detalhadas, sugere-se o aprofundamento do assunto passando à questão 2].

2. Leia agora o seguinte texto sobre as diferentes posições dos cientistas acerca da alteração climática global:

Em fevereiro de 2001, um grupo internacional de cientistas investigadores do ambiente reuniram-se em Washington DC para discutir a questão do aquecimento global. Durante o decurso dos debates emergiram dois grupos com posições divergentes: uns cientistas apresentaram um conjunto de evidências que suportam a ideia que o aquecimento global é um problema sério e influenciado pelo impacto das atividades humanas; outro grupo refutou a posição dos colegas e apresentou evidências que sugerem que a temperatura do planeta Terra não está a aumentar como resultado das atividades humanas. Cada grupo apresentou um sumário das respetivas posições que têm alimentado a controvérsia. Numa breve síntese, as duas posições em debate podem ser apresentadas atualmente como segue:

A base de dados do *Vostok Ice Core*¹²³ indica que durante mais de 400 000 anos os níveis de CO2 na atmosfera subiram e desceram com a temperatura (Figura 1.).

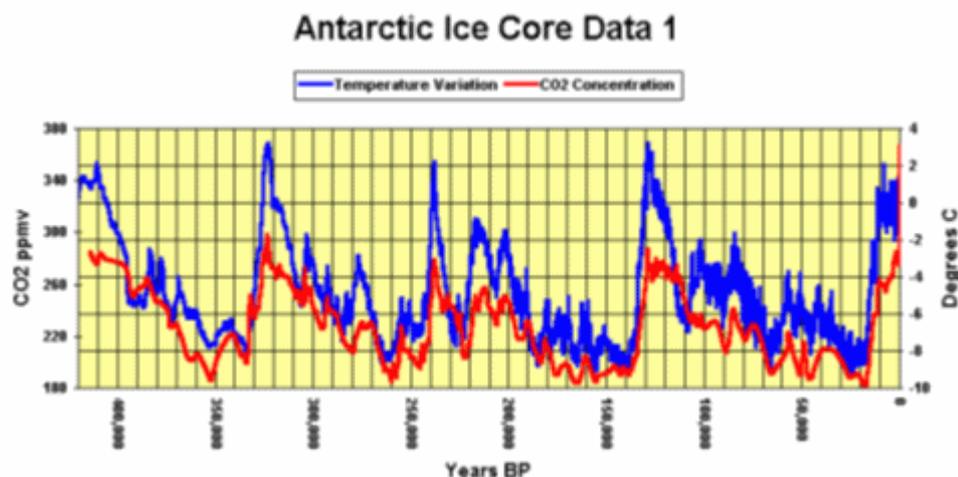
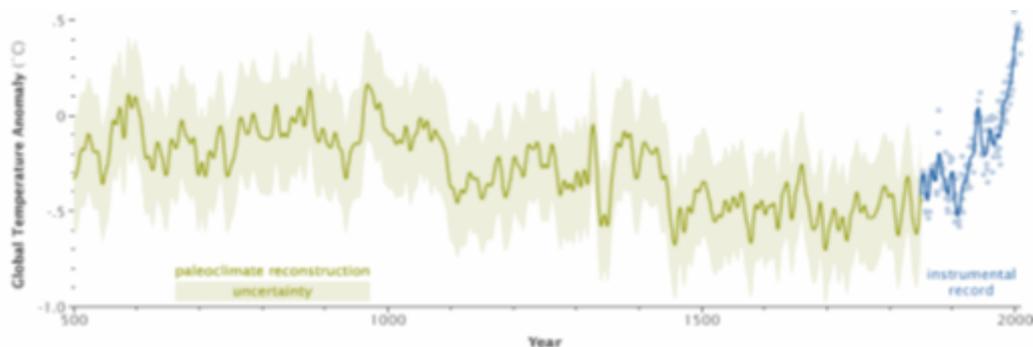


Figura 1. Registo da variação de temperatura com a variação da concentração de CO2 na atmosfera terrestre nos últimos 400 000 anos (capturado em 2010, junho 6, de <http://www.daviesand.com>).

Além disso, os níveis de CO2 na atmosfera terrestre subiram recentemente para a mais alta concentração em 650 000 anos, de acordo com o estudo *European Project for Ice Coring in Antarctica* (EPICA, 2004)¹²⁴. Sabemos que o CO2 na nossa atmosfera tem a capacidade de capturar calor. Também sabemos que nos últimos 60 anos batemos o recorde da temperatura média à superfície da Terra e as medições revelam uma subida continuada. A temperatura média à superfície subiu entre 0,4 e 0,8 no séc. XX como é indicado por 3 fontes independentes (*National Assessment Synthesis Team, 2003*)¹²⁵.



¹²³ Dados provenientes do núcleo de gelo mais antigo analisado até agora, retirado em 1998 na estação russa de Vostok (leste da Antártida).

¹²⁴ <http://www.esf.org/activities/research-networking-programmes/.../european-project-for-ice-coring-in-antarctica-epica-page-1.html#c2206>, consultado em 2011, Março 12

¹²⁵ <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/Library/nationalassessment/overviewfindings.htm>, consultado em 2011, Março 12

Figura 2. Temperaturas da Terra calculadas a partir de dados paleoclimáticos (a verde) e resultantes de medições com instrumentos atuais (a azul) (capturado em 2010, junho 6, de <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/printall.php>.)

Alguns cientistas argumentam que os níveis de CO₂ não provocam a mudança de temperatura na superfície e afirmam que pode ser exatamente o contrário. A alteração de temperatura poderá afetar os níveis de CO₂? Algumas amostras da atmosfera dos núcleos dos gelos indicam que num passado distante as subidas dos níveis do CO₂ apresentaram desfasamentos após subidas de temperatura ao longo de milhares de anos (fig.1). Só porque existe uma correlação não há necessariamente uma causa. A temperatura média da superfície da Terra pode estar em ascensão (Figura 2.) mas tal pode ser devido ao facto de termos cidades cada vez maiores que criam “ilhas de calor urbano”. As cidades podem ser mais quentes 2 a 6 °C que os arredores devido a todo o cimento, asfalto e edifícios.

Outros cientistas argumentam que o CO₂ é apenas um dos gases do “efeito estufa” e afirmam que compreender o efeito de outros gases causadores de aquecimento atmosférico é crítico para decidir acerca da limitação de emissões de CO₂. O metano, por exemplo, que resulta de culturas de arroz e da criação de gado Sul-americano é outro gás com “efeito estufa”, mas ainda não surgiu a recomendação para reduzirmos o consumo de carne por este motivo. Poucas discussões consideram o vapor de água, o gás que contribui em maior quantidade para o aquecimento do planeta. Muitos climatologistas argumentam que certos mecanismos de *feedback* envolvendo o vapor de água, como a formação das nuvens, mitigarão o aquecimento global e trarão equilíbrio à temperatura atmosférica. Neste quadro, ainda há que considerar os dados das medições de extensão da cobertura de gelos e da fusão das calotes dos glaciares que podem provocar a subida do nível das águas dos oceanos. Este acontecimento traria a consequente submersão de milhares de hectares de áreas costeiras em todo o planeta, podendo causar o desaparecimento de inúmeras espécies de animais e plantas e provocar, por exemplo, a expansão das áreas de influência dos insetos causadores de doenças como a malária.

O que torna este assunto tão extraordinariamente controverso é que está carregado de significado político. O impacto da redução de CO₂ tem implicações económicas. No caso dos EUA, por exemplo, a redução de 10% nas emissões de gases com “efeito estufa”, prevista no Protocolo de Quioto, custaria anualmente mais de 200 milhões de dólares. Mas os ataques aos cientistas que defendem a redução de emissões também provêm de investigadores financiados pelas indústrias petrolíferas e de automóveis a quem interessa provocar alguma confusão no público para defenderem os seus interesses económicos.

Recentemente, foi anunciado o abandono do projeto para reconstruir uma imagem retrospectiva das alterações atmosféricas calculadas hora a hora, até ao século XIX, desenvolvido nos EUA pela Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA)¹²⁶. Este projeto já auxiliou os cientistas a compreenderem as causas de alguns acontecimentos climáticos históricos e destinava-se a recolher dados que pudessem contribuir para melhorar as previsões dos modelos climáticos destinados às próximas décadas. Agora, o projeto com duração prevista até ao final de 2013 foi suspenso pois a NOAA debate-se com uma enorme redução de verbas para o seu departamento para o programa climático.

As situações descritas estão bem retratadas nas palavras de Ziman (1999)¹²⁷, quando afirmou que as características da personalidade dos cientistas, o modo como trabalham nos seus grupos de investigação e as influências recíprocas entre a ciência e a tecnologia e a sociedade, influenciam decisivamente a construção da ciência, como um empreendimento humano, social e cultural.

¹²⁶ <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=noaa-halts-reconstruction-past-cli...> consultado em 2012, fevereiro 14.

¹²⁷ Ziman, J. (1999). A ciência na sociedade moderna. In F. Gil (Coord.), *A ciência tal qual se faz* (pp.437- 450). Lisboa: Edições João Sá da Costa.

- 2.1. Descreva sucintamente os dados em que se baseia cada uma das duas posições em confronto.
- 2.2. Que argumentos usam os cientistas, defensores da influência humana, nas alterações climáticas?
- 2.3. De que modo é que os cientistas poderão contribuir para esclarecer esta controvérsia favorecendo tomadas de decisão políticas e económicas mais consensuais? A que constrangimentos podem estar sujeitos no seu trabalho?

[Sugestões para o professor:

Estas questões englobam capacidades e conhecimentos relacionados com diversos aspetos das dimensões filosófica, sociológica interna e sociológica externa da ciência.

No que respeita à resposta à questão 2.1, os estudantes devem ser capazes de referir que as duas posições se baseiam em dados idênticos e se referam apenas aos dados que estão no texto. O professor deve lembrar a importância de se fundamentarem apenas nos dados empíricos que os cientistas até agora recolheram (DF) mas que os mesmos dados podem conduzir a diferentes explicações, originando controvérsias na comunidade científica (DSI). Para além disso, este relato evidencia a importância dos cientistas publicarem os resultados das suas investigações, já que podem ser fundamentais para as tomadas de decisão da sociedade.

A questão 2.2. possibilita a descrição de situações de impactos ambientais das atividades humanas, ou seja, do uso das aplicações científicas e objetos tecnológicos (C-T-S e T-C-S). Na resposta à questão 2.3 é essencial explicitar em que diferem as duas interpretações e espera-se que os estudantes consigam sintetizar os aspetos mais relevantes da controvérsia e as suas relações com setores da sociedade. Tal é o caso da pressão dos detentores de interesses económicos sobre os decisores políticos e de ambos sobre os cientistas (S-C-T), sobretudo dos que dependem do financiamento do Estado e das empresas para o seu trabalho, e a necessidade de se realizarem mais estudos com instrumentos cada vez mais precisos e sofisticados (relações C-T e T-C) que confirmem ou refutem as tendências dos valores obtidos até agora. Espera-se que os estudantes sistematizem toda a informação científica e metacientífica que estiveram a abordar ao longo da atividade. Caso os estudantes sugiram outros aspetos não citados no texto é de estimular a ideia de pesquisarem mais dados após a aula].

ATIVIDADE 10 - O que é a ciência? - Síntese

OBJETIVOS

- Refletir sobre a concepção multidimensional de ciência e sobre o modo como se distingue o conhecimento científico de outros tipos de conhecimento humano.
- Discutir todas as ideias e dúvidas, em grupo turma, de modo a esclarecer aspectos relacionados com as diferentes dimensões da construção da ciência (filosóficos, sociológicos, psicológicos e históricos), de acordo com o texto metacientífico que orienta o trabalho.
- Completar o esquema das DCC (adaptado de Ziman, 1984) com base nos resultados da discussão geral da turma [ver Atividade 2].

MATERIAL

- . *Guião de trabalho*
- . Folhas de respostas individuais dos estudantes à Atividade 2 - Parte A
- . Esquema das DCC, adaptado de Ziman (1984)

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Resposta às questões do guião de trabalho.
- Comparação e análise das respostas dadas pelos estudantes na Atividade 2 – Parte A.
- Reflexão e discussão geral com sistematização dos aspetos e perspectivas das cinco dimensões de construção das ciências estudadas – conclusão da construção do esquema das DCC, adaptado de Ziman (1984).

Guião de trabalho

1. Após a realização das atividades desenvolvidas até agora, vão responder novamente às questões com que iniciámos o debate sobre o que é a ciência:
 - 1.1. O que é para si a ciência?
 - 1.2. O que distingue o conhecimento científico de outras áreas do conhecimento humano como a filosofia ou a literatura?
2. Compare as suas respostas dadas na Atividade 2 (Parte A) com as que escreveu agora para as mesmas questões. Reflita sobre as diferenças encontradas e reformule as suas ideias agora que já estudou o carácter multidimensional da ciência.
3. Participe na discussão geral da turma, contribuindo para a construção do esquema final sobre as diversas perspectivas que inclui cada uma das cinco dimensões da construção da ciência, tal como têm vindo a ser elaboradas nas aulas.

[Sugestões para o professor:

Estas questões englobam capacidades e conhecimentos relativos às cinco dimensões de construção da ciência. A atividade consiste em solicitar aos estudantes que respondam novamente às questões iniciais sobre o que é a ciência. A seguir são distribuídas as primeiras respostas (dadas na Atividade 2 – Parte A) para compararem e agregarem. Procedem-se, seguidamente, a uma síntese final, com a chamada de atenção para as competências a avaliar na UC e uma referência para a necessidade de evidenciarem as aprendizagens que fizeram na planificação da investigação que constitui a Atividade de aplicação. No sentido de se passar a uma síntese final sobre as perspectivas das DCC estudadas, deve-se solicitar a reanálise do esquema e inquirir os estudantes: Poderemos agora acrescentar mais algum aspeto que caracterize cada uma das DCC? No final, o professor fornece a cópia/projeta do esquema global das DCC e os estudantes devem agora completá-lo de acordo com as notas que já

possuem. Deste modo, espera-se que os estudantes inscrevam nos campos do diagrama (esquema fornecido na Atividade 3) todas as perspectivas das DCC que constituem o texto metacientífico – o professor deverá projetar o quadro com o texto metacientífico elucidando as perspectivas contempladas que podem ainda suscitar dúvidas às/aos estudantes.

Tendo em consideração o tempo letivo disponível para a atividade 10, o professor poderá sugerir que a resposta à questão 3 seja realizada através de um fórum *online* aberto para o efeito, partindo do esquema de Ziman (que continuará a ser completado e revisto), e discutida posteriormente com os estudantes. Sugere-se que possa existir também uma outra questão para discutir num fórum]:

Compare o modo de fazer ciência no século XVIII com a atividade científica atual em termos de: (a) trabalho individual e/ou coletivo; (b) dependência das tecnologias; (c) locais e recursos financeiros da investigação.

[*Sugestões para o professor:*

Na resposta a esta questão, os estudantes devem ser capazes de referir: (a) a colaboração, competição e rivalidade dos atuais grupos de investigação na urgência de apresentar resultados publicáveis em revistas, encontros científicos,.. (DSI); (b) a importância da evolução da ciência para a construção de novos instrumentos e processos de investigação (DSE: C-T), da instrumentação na obtenção de novos dados e avanços na ciência (DSE: T- C), do modo como a sociedade em geral se posiciona face aos conhecimentos científicos e tecnológicos (DSE: S-C-T/C-T-S) ...; e (c) a situação atual dos investigadores como profissionais dependendo dos financiamentos públicos (governo) ou privados (empresas) para conseguirem esta ou aquela linha de financiamento ...a liberdade ou não de investigar as questões que verdadeiramente lhes interessam... (DSE: S-C). A questão 3 poderá ser respondida num fórum *online* aberto para o efeito, partindo do esquema de Ziman, que continuará a ser completado e revisto, e discutida posteriormente face às respostas dos estudantes].

ATIVIDADE 11 - Conceitos científicos e ideias das crianças

OBJETIVOS

- Reconhecer as linhas orientadoras essenciais sobre o que deve constituir e orientar o ensino/aprendizagem das ciências no 1º CEB, relacionando-o com a metaciência, a partir do quadro teórico do socio construtivismo.
- Refletir sobre os fundamentos teóricos das metodologias preconizadas para o ensino/aprendizagem das ciências da natureza no 1º CEB, em particular, no âmbito do ensino para a mudança conceptual e do ensino experimental das ciências.

MATERIAL

- *PowerPoint* “As ideias das crianças”

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Discussão, em grande grupo, sobre as linhas orientadoras para o ensino das ciências.
- Reflexão e aprofundamento sobre as perspectivas de ensino para a mudança conceptual e relação com o ensino experimental.

[Sugestão para o professor:

O PPT “As ideias das crianças” (em baixo, versão impressa) orienta esta atividade de discussão. Propõe-se que o professor reduza ou aumente os exemplos propostos, de acordo com o conhecimento que já tem da turma. A discussão com base no PPT tem como objetivo sistematizar os conhecimentos que os estudantes já possuem e enquadrá-los com exemplos concretos passíveis de serem desenvolvidos na prática em sala de aula do 1º CEB.

O professor deve começar por lembrar a Atividade 1 e alguns dos aspetos trabalhados, em particular, a questão da aprendizagem de conceitos. Após a Atividade 8, em que se sintetizaram as ideias sobre ciência, faz todo o sentido discutir com os estudantes a necessidade de aprofundar um pouco a perspectiva de ensino para a mudança conceptual, como uma orientação essencial para proporcionar, também aos alunos do 1º CEB, a oportunidade de discutirem as suas ideias e de as reformularem à luz dos conceitos científicos. A questão colocada no início da projeção do PPT - Como partir das ‘ideias’ das crianças para a construção do conhecimento científico - tem como objetivo estabelecer uma relação entre os vários tipos de conhecimento (científico, processual e epistemológico) e evidenciar a construção de conceitos, centrando a discussão nas origens das conceções alternativas (com exemplos adequados aos alunos do 1º CEB) e em algumas linhas orientadoras da ação do professor, no sentido de contribuir para uma adequada construção dos conceitos neste nível de ensino. Deve ficar muito claro que o ensino/aprendizagem dos conceitos científicos se interliga com a aprendizagem dos processos, pelo que as atividades de aprendizagem têm que possibilitar o desenvolvimento de capacidades associadas aos processos científicos, designadamente no que se refere à resolução de problemas e ao trabalho experimental.

No penúltimo diapositivo do PPT são colocadas 2 questões que visam proporcionar a reflexão dos estudantes sobre a importância de trabalhar algumas perspectivas das DCC com os alunos do 1º CEB. Na resposta à questão 1, espera-se que os estudantes refiram a possibilidade de discutirem com os alunos que as ideias e interrogações dos cientistas provêm dos conhecimentos e experiência de trabalho anteriores e também das observações que realizam. De realçar o facto de serem especialistas nos procedimentos experimentais e do cuidado e rigor das observações, dos registos e da necessidade de repetir os testes para validarem os resultados obtidos. Os resultados necessitam de ser aceites como válidos pela comunidade científica de modo a serem considerados conhecimento científico legítimo. Em relação à 2ª questão, espera-se que os estudantes exemplifiquem situações a partir de casos já estudados nas aulas de IDEM: ajudar os alunos do 1ºCEB a compreender que (a) não existe um único método

científico com regras pré-estabelecidas; (b) o conhecimento resulta da observação e das interpretações dos cientistas baseados nas ideias que já possuem e, por isso, as leis e teorias não são exclusivamente baseadas em dados experimentais; (c) as ideias mudam com o tempo à medida que se obtém dados novos e mais rigorosos com instrumentos cada vez mais precisos; (d) só o conhecimento aceite por outros cientistas é considerado conhecimento científico. É importante levar os alunos do 1º CEB a apreciar o valor do trabalho de investigação persistente e rigoroso, do conhecimento teórico e observacional, do conhecimento científico testável e sujeito à mudança mas não resultante de um método único nem feito de respostas “certas”, da necessidade de validação e aceitação por outros cientistas como conhecimento científico,...]

Leitura sugerida: Martins, I., et al. (2007). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação (DGIDC), pp. 23 - 34.

Preparação da atividade seguinte (TPC):

Leitura crítica do Texto G - Martins, I., et al (2007). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação (DGIDC), pp. 34 – 41.

As “ideias” das crianças

Conceções ingénuas e alternativas aos conceitos científicos

De onde surgem as ideias que as crianças exprimem?

- As “ideias” das crianças (ou de qualquer pessoa) surgem de uma forma mais ou menos espontânea, a partir das experiências pessoais incluindo a observação e a perceção que têm relativamente a um certo fenómeno ou acontecimento.
- *P- Porque é que os barcos não vão ao fundo?*
 - *Aluno (7 anos) – Porque o mar é forte.*

Como partir das ‘ideias’ das crianças para a construção do conhecimento científico?

Os termos, os factos, os dados de observação (evidências) são as ‘matérias-primas’ para a construção dos conceitos científicos. Todos eles fazem parte do conhecimento científico. Para se atingir a compreensão das teorias é necessário construir e relacionar os conceitos em esquemas conceptuais cada vez mais complexos.



O que é um conceito científico?

- *Uma regularidade nos acontecimentos ou objetos designados por algum termo.*
 - (Novak & Gowin, 1988)
- *A formação de conceitos inclui o reconhecimento e a distinção de atributos que especificam o conceito e, sobretudo, o reconhecimento das relações entre esses atributos.*
 - (Santos, M. E., 1991)

O que é um conceito científico?

Uma ilha é uma porção de terra rodeada de água por todos os lados.



http://www.destinosdeviagem.com/wp-content/gallery/galapagos-equador/chile-galapagos-san_bartolome.jpg

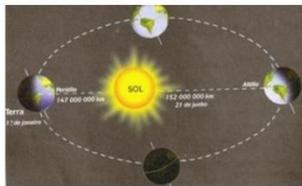
- Nome: Ilha

• *Uma ilha é uma porção de terra rodeada de água por todos os lados.*

- Atributos: porção de terra; água
- Relação: a porção de terra está rodeada de água.

Desafio 1

Porque é que há estações do ano?

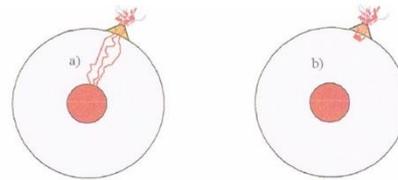


<http://www.google.pt/imgres?imgurl=http://www.brasilecola.com/upload/e/translacao.jpg&imgrefurl=http://www.brasilecola.com/geografia/movimento-translacao.htm&usq>

Desafio 2

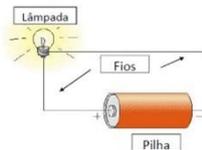
Os vulcões quando entram em erupção lançam para o exterior grandes quantidades de lava ardente, cinzas e gases que provêm do interior da Terra.

Qual dos seguintes esquemas representa mais corretamente o interior de um vulcão? (Carrascosa, 2005)



Desafio 3

No circuito esquematizado a lâmpada está acesa.



Para onde se dirige a corrente elétrica que atravessa a lâmpada?

Desafio 4

Qual das seguintes frases descreve melhor uma conclusão geral sobre a respiração dos seres vivos:

- a) as plantas e os animais respiram tanto de dia como de noite consumindo o oxigénio do ar e libertando ar com mais quantidade de dióxido de carbono e vapor de água.
- b) As plantas só fazem este processo de noite.
- c) As plantas durante o dia respiram ao invés dos animais: consomem dióxido de carbono do ar e libertam oxigénio.

De onde surgem as ideias que as crianças exprimem?

- Algumas destas ideias são “ingénuas”, do senso comum, influenciadas pela linguagem e a cultura do meio onde as crianças vivem – comunicação social, publicidade, linguagem do quotidiano...
- *A gravidade empurra as coisas para baixo*

De onde surgem as ideias que as crianças exprimem?

Outras ideias emergem do processo de aprendizagem (abordagens simplificadas, características dos materiais educativos e dos manuais escolares) e podem constituir-se como alternativa aos conceitos científicos – são as **conceções alternativas (CA)**.

- *As estações do ano dependem da distância a que a Terra está do Sol...*

O que é uma CA?

- Uma conceção alternativa (ou errónea) é uma ideia contraditória ou inconsistente com o conceito (ou conceitos) científico com que está relacionada.
 - Explicação pessoal
 - Estruturada
 - Tem alguma coerência interna
 - Resistente à mudança
 - Pouco consistente com as teorias ou leis científicas
 - Padrões que lembram modelos históricos da Ciência
- Ex. *A corrente desloca-se da pilha (ou outra fonte de electricidade) para uma lâmpada, mas não da lâmpada para a pilha*

Mudanças de teorias em ciência (exs.)

Disciplina	Século	Quadro Teórico
Geologia	18	Neptunismo-rochas formadas por água
Geologia	19	Plutonismo-rochas formadas por fogo e água
Química	18	O flogisto explica a combustão; as moléculas (H ₂ O) são substâncias puras que têm (espírito) propriedades de objectos animados.
Química	19	O oxigénio explica a combustão; os elementos (H, O) são substâncias puras que têm propriedades de periodicidade.

(Duschl, 1990)

Superar as CA - Acções do professor

- Reconhecer as CA
- Tentar identificá-las através de questões e demonstrações
- Questionar os alunos para eles **explicitarem** o que pensam
- Criar situações – discussão de ideias, questões, demonstrações - para **evidenciar as contradições** das CA
- Promover a mudança das CA para conceitos científicos através de: (a) questões; (b) deduções lógicas; (c) situações explicadas pelas leis científicas; (d) demonstrações; (e) experiências desenhadas para testarem as hipóteses/previsões (exps de confronto)
- Reavaliar as concepções colocando questões que impliquem o uso dos conceitos científicos.

(Adaptado de Olenick, 2008, C3P Project.)

Superar as CA através da prática

- *Reconhece-se actualmente que, desde muito cedo, as crianças devem ser envolvidas em actividades práticas, laboratoriais e experimentais de âmbito e finalidade distintas. Com efeito, as crianças são capazes de evoluir de um conhecimento manipulativo e meramente sensorial para o estabelecimento de relações de tipo causal e até para uma interpretação de tais relações, com base em modelos explicativos.*
- (Sá, J. et al., 1996).

Linhas de acção do professor

Situações de identificação das CA:

- **Clarificação da questão-problema: o que é que queremos saber?** (Confronto de ideias)
- **O que pensas que vai acontecer?** (Previsão a ser testada experimentalmente)
- **Porque dizes que isso vai acontecer?** (Confronto de ideias – razões que sustentam as previsões: identificação de CA)

Linhas de acção do professor

- **Registo de dados e obtenção de resultados** (comparar os resultados com as previsões – validar ou rejeitar/refutar)
- **Conclusão: qual é a resposta à questão-problema e quais são os limites da sua validade?** (centrar a discussão de conclusões nos conceitos envolvidos. Explicitar claramente o conceito, de preferência com recurso aos enunciados dos cientistas)

Linhas de acção do professor

- 1 -Que perspetivas das DCC os professores podem introduzir nas aulas de ciências se colocarem questões do tipo:
 - de onde vêm as ideias que levam os cientistas a formular os problemas que investigam?
 - quando os cientistas testam as hipóteses/previsões que enunciam procederão do mesmo modo que nós aqui na aula?
 - Por que é que os cientistas procuram comunicar aos seus colegas os resultados das suas investigações em conferências e revistas especializadas?
- 2- Em que medida é que a discussão deste tipo de questões pode favorecer a aprendizagem das ciências no 1º CEB?

Referências

- Carrascosa, A. J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte i). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 183- 208.
- Duschl, R. (1990). *Restructuring science education. The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Osborne, R. & Freyberg (1985). *Learning in Science – The implications of children’s Science*. New Zealand: Heineman Publishers.
- Sá, J. et al. (1996). A descoberta de objectos e materiais condutores da electricidade por crianças de 4/5 anos. *Aprender*, 20, 65-70.
- Santos, M.E. (1991). *Mudança Conceptual na Sala de Aula*. Lisboa: Livros Horizonte.

ATIVIDADE 12 – Ensino das ciências no 1º CEB – Perspetivas.

OBJECTIVOS

- Refletir sobre os fundamentos teóricos das metodologias preconizadas para o ensino das ciências da natureza no 1º CEB, em particular, no âmbito do ensino experimental das ciências e na perspetiva CTS.
- Refletir sobre as potencialidades da abordagem CTS para o ensino das ciências da natureza no 1º CEB e relacioná-las com o ensino da metaciência e sua articulação com a ciência.
- Refletir sobre as potencialidades da exploração de conhecimentos e capacidades metacientíficos para um ensino conducente à aquisição de literacia científica básica no 1º CEB.

MATERIAL

- Martins, I., Veiga, L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A. V. & Couceiro, F (2007). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação (pp. 34 – 41). (Texto G)
- PowerPoint “Perspetivas do ensino das ciências no 1º CEB”.
- *Guião de trabalho*.

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

- Discussão, em grande grupo, sobre as linhas orientadoras para o ensino das ciências: Reflexão sobre a síntese da Atividade 1 e aprofundamento das perspetivas de ensino para o ensino experimental – Partir da leitura do texto G.
- Análise crítica sobre o trabalho científico no 1º CEB e explicitação do conceito de atividade investigativa.
- Projeção e discussão do PPT “Perspetivas de ensino das ciências no 1º CEB”.
- Discussão da relação entre o ensino explícito sobre a construção e desenvolvimento da ciência e as perspetivas de abordagem da ciência no 1º CEB.

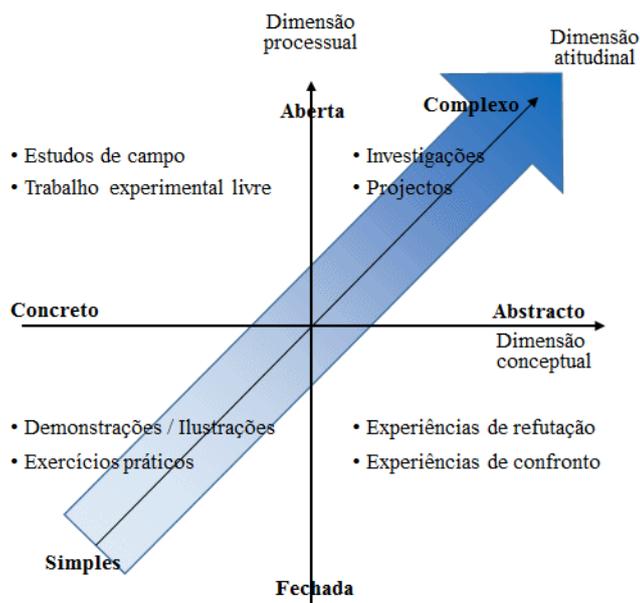
Guião de trabalho

1. Como deve ser ensinada a ciência no 1.º CEB?

[Sugestões para o professor:

A primeira parte da atividade 12 é de discussão geral em grupo turma. A discussão inicia-se voltando à análise do quadro síntese elaborado na Atividade 1, em particular da coluna das “linhas orientadoras”. O professor deverá focar a questão de como ensinar ciências no 1º CEB. A partir da projeção da síntese da Atividade 1, os estudantes devem relembrar os argumentos para ensinar ciências no 1.º CEB e que, de acordo com o programa do Estudo do Meio e com as orientações internacionais para o ensino das ciências, se fundamentam na importância de trabalhar com os alunos o conhecimento científico em termos substantivos, procedimentais e epistemológicos, promovendo as capacidades de raciocínio e resolução de problemas. Os estudantes devem ser capazes de ensaiar uma resposta globalmente adequada em termos da necessidade de tentar identificar as ideias prévias dos alunos e orientar o ensino no sentido de os ajudar a construir os conceitos científicos corretos adequados às suas competências cognitivas. A discussão deverá ser orientada focando-se nos diversos tipos de atividades práticas que podem ser desenvolvidas nas aulas de ciências, com base no Texto G, que foi indicado para leitura prévia].

2. Em grupo, analisem o esquema seguinte e, com base nele, respondam às questões colocadas.



(Extraído de: Afonso, M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico: Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora, p. 106)

- 2.1. Que tipos de atividades contempla a classificação proposta pela autora? Existem diferenças em relação à classificação apresentada no texto G? Quais e porquê?
- 2.2. Caracterize as “investigações experimentais” no âmbito do 1º CEB, de acordo com os textos analisados e o esquema apresentado.

[Sugestões para o professor:

Solicitar aos estudantes que façam uma síntese do tipo de atividades práticas que pensam ser mais adequadas aos alunos do 1º CEB a partir da leitura crítica do texto G e comparem com a classificação sugerida por Afonso (2008), estabelecendo a diferença, caso exista, dos critérios de classificação usados nos dois casos. A síntese final deve evidenciar a relação entre os tipos de atividades e as dimensões fundamentais da aprendizagem em ciências através do ensino experimental.

Na discussão final, o professor deverá assegurar-se que a melhor descrição é a que refere especificamente a manipulação e o controlo de variáveis como condição para realizar os ensaios que possam contribuir para responder ao problema em investigação, através da testagem das hipóteses/previsões enunciadas. No sentido de reforçar e especificar o que se entende por uma “investigação experimental” no contexto do ensino das ciências, recorre-se a uma síntese das definições de autores, como por exemplo Bell (2008) e Santos (2002). Possível síntese:

Uma experiência científica é uma atividade controlada, especialmente desenhada para testar uma hipótese, por manipulação de variáveis (variáveis independentes) que se pretendem estudar em relação aos efeitos produzidos (variáveis dependentes) e que podem ser medidos. Como tal, entende-se por investigação experimental no ensino das ciências a atividade que inclua manipulação de variáveis, observação, registo e interpretação de resultados, essencialmente quantitativos. Há diversos tipos de atividades práticas nas aulas de ciências e muitas são designadas por experiências. Na realidade, convém distinguir que, apesar do valor educativo que as atividades práticas têm no ensino das ciências, mesmo nos anos de escolaridade mais elevados, raramente se fazem investigações experimentais no sentido em que os cientistas fazem investigação através de procedimentos rigorosos, o que constitui, apenas, uma forma muito específica de investigação.

-
3. Considere as ideias expostas no PPT “Perspetivas do ensino das ciências no 1º CEB” e responda às questões seguintes.
 - 3.1. Quais os aspetos mais marcantes das mudanças de perspetivas para o ensino das ciências?
 - 3.2. Que teorias da psicologia da aprendizagem têm, atualmente, mais influência no ensino das ciências?

[*Sugestões para o professor:*

Durante a exploração do PPT “Perspetivas do ensino das ciências no 1º CEB”, será adequado referenciar os aspetos das DCC que surgem a propósito da abordagem CTS e do movimento “Ciência para todos”. Em seguida, os estudantes respondem em grupo à questão 3 do guião, podendo sempre consultar os textos de apoio já facultados. Espera-se que os estudantes identifiquem, como perspetivas do ensino das ciências, a APD (Aprendizagem por Descoberta), o MCA (Movimento das Conceções Alternativas), a abordagem CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) e o foco atual no EPP (Ensino por Pesquisa), sendo estes últimos considerados integradores dos conhecimentos, processos e atitudes científicas adequados à aprendizagem das ciências no 1.º CEB. Na resposta à questão 4.2, considerando que os estudantes já estudaram psicologia da aprendizagem é exetável que refiram o cognitivismo e o construtivismo com base nos trabalhos de Piaget e o construtivismo social de Vygotsky. O professor pode ter um esquema que facilite esta síntese, caso os estudantes apresentem ideias incorretas ou parciais sobre o assunto].

4. Tenha presente as ideias de Duschl, apresentadas na Atividade 7. Que potencialidades identifica Duschl para que o ensino das ciências no 1º CEB contemple ‘o mesmo esforço de compreensão tanto na sua aprendizagem [das teorias] como no modo como são construídas’?
5. Recorde agora a Atividade 9. Que conhecimentos e competências poderão ser adquiridos/desenvolvidas com alunos do 1º CEB ao realizarem atividades deste tipo? Justifique.

[*Sugestões para o professor:*

Espera-se que os estudantes, ao responderem às questões 4. e 5., reconheçam o papel do ensino das teorias em confronto para os alunos do 1º CEB reconhecerem a importância das controvérsias entre os cientistas na construção do conhecimento. Espera-se que os estudantes considerem a importância de explorar casos CTS como forma dos alunos do 1º CEB: (a) se inteirarem de questões atuais que são controversas para os próprios cientistas; (b) compreenderem conceitos como gases com efeito de estufa, fontes emissoras desses gases no planeta (conhecimento científico); (c) compreenderem a influência de setores da sociedade sobre o trabalho científico e deste sobre as instituições com poder de decisão, e a importância da boa informação por parte dos cidadãos relacionada com a fiscalização que estes podem fazer sobre decisões tecno-políticas com impactos no ambiente (conhecimento metacientífico - DSE); e (d) desenvolverem competências processuais e metacientíficas, sobretudo a capacidade de argumentação. Em síntese: A compreensão do modo como a ciência é construída contribui para uma educação em ciências que tem como meta o desenvolvimento da literacia científica por parte de todos os alunos].

Perspetivas de ensino das ciências no 1º CEB

- O debate em torno da questão da importância relativa da aprendizagem de informação científica (termos, factos e conceitos) versus aprendizagem e desenvolvimento de capacidades (processos) investigativas e da aquisição de atitudes científicas, sobretudo na educação científica nos primeiros anos da escolaridade, mantém-se actual.

(Adaptado de Pereira, A., 2002, p.36)

Fatores de mudança no ensino das ciências

Em meados do século XX o ensino livresco, baseado na transmissão de informação factual e na prática de atividades demonstrativas ou de verificação das leis princípios e teorias, foi posto em causa, após o lançamento do Sputnik pela, então, URSS.



Reforma curricular (EUA e RU, anos 60/70)

- A crise gerada pelo Sputnik nos EUA tinha a peculiaridade de questionar a supremacia norte-americana no campo científico-tecnológico. Então, naturalmente, o sistema educacional também foi apontado como responsável por essa “tragédia”.
- O National Research Council (NRC) e a National Science Foundation (NSF) forneceram os recursos e estratégias para a reforma curricular.

Projetos: BSCS, Chem Study, Projects Physics, trabalhavam:

- a natureza e a estrutura da ciência e os processos de investigação científica;
- a profundidade e não a extensão do conteúdo;
- o uso do laboratório para introduzir, explorar e sugerir problemas;
- as investigações experimentais como base do ensino;
- estratégias de discussão em sala de aula.

Reforma curricular (EUA e RU, anos 60/70)

Esta reforma estendeu-se desde os primeiros anos de escolaridade até ao ensino universitário e foram produzidos diversos projetos para o ensino básico, destacando-se:

Elementary Science Study (ESS)
Science Curriculum Improvement Study (SCIS)
Science ... A Process Approach (SAPA).



Objetivos:
As crianças aprenderem a fazer ciência e não apenas a memorizar informação científica;
As crianças manipularem objetos e materiais de modo a vivenciarem experiências concretas.
(ênfase nos processos científicos)

Reforma curricular (EUA e RU, anos 60/70)

Aspectos positivos	Aspectos negativos
A ideia de um <i>currículo em espiral</i> , implicando uma criteriosa seleção de conceitos e a sua organização em amplos esquemas concetuais (Bruner, 1973).	Emergência do modelo de aprendizagem, <i>aprendizagem por descoberta</i> (APD), focado na descoberta dos conceitos em resultado da experiência direta, ou seja, da interpretação dos factos (perspetiva empirista/indutivista). Tendência com elevada exigência concetual, contribuindo para aumentar o fosso entre crianças de classes sociais diferentes.
A ênfase no <i>ensino experimental</i> , relacionando teoria e prática (aulas teóricas e práticas) por oposição às aulas expositivas.	A perspetiva empirista/indutivista do ensino centrado no processo fomentou a ideia da existência de um método único com etapas bem definidas que todos os cientistas seguem – o <i>método científico</i> .
A prática de <i>estratégias de discussão</i> em sala de aula, por oposição à tradicional hegemonia do discurso do professor.	Para além de contribuírem para o desenvolvimento de uma imagem incorreta de ciência, estes projetos conduziram à emergência de ideias prejudiciais à aprendizagem: a APD conduz a aquisições dispersas, não-sistemáticas e não-estruturadas.

O balanço crítico dos anos 80 - as interrogações...

- Como se explica que os alunos desenvolvam conceitos erróneos com um ensino baseado em atividades práticas?
- Que contributos pode dar a psicologia cognitiva para a aprendizagem das ciências?
- Porque é que os alunos continuam a não escolher carreiras científicas?
- Porque é que os alunos têm uma imagem estereotipada dos cientistas?
- Como introduzir aspetos da filosofia, da história e da sociologia das ciências que ajudem os alunos e professores a construírem uma conceção de ciência consentânea com as perspetivas epistemológicas mais atuais?
-

Anos 80/90 – mudança concetual

Práticas na linha do construtivismo: Valorização do sujeito “interpretativo” na construção (reconstrução) ativa do conhecimento por parte do sujeito (Piaget); Revalorização dos fatores socioculturais e interpessoais na construção do saber e do sujeito – atividade socio construtivista – focando a dimensão interpares no <i>conflito cognitivo</i> (Vygotsky)	Emergência do movimento da educação para a mudança concetual. Aprendizagem significativa (Ausubel): integração, modificação e estabelecimento de relações e coordenação entre esquemas de conhecimento que os alunos já possuem. Vários modelos de mudança concetual são propostas para orientarem o ensino.
Visão racionalista da ciência: O conhecimento científico é encarado como resultante de um percurso descontínuo e contingente, dinâmico, dialético, orientado por um pluralismo metodológico. A observação de factos está “carregada” de teoria.	A partir das ideias dos alunos, os conteúdos funcionam como um meio de aprendizagem para a mudança de conceitos, através da superação de conflitos cognitivos. O erro assume um papel positivo no progresso do conhecimento científico. A avaliação, formativa e sumativa, é centrada nos conceitos.

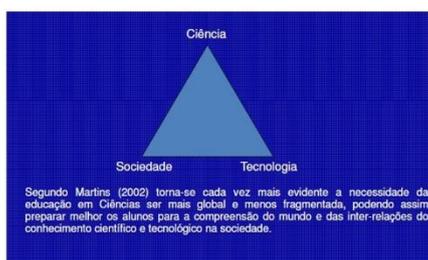
Anos 80... - perspectiva CTS

- O debate das prioridades para a educação científica e tecnológica, na sequência dos fracos resultados obtidos com a reforma curricular dos anos 60/70, conduziu a uma nova onda reformista conhecida como abordagem CTS.
- ↓
- Ideia de um currículo de ciências para todos os alunos, no contexto da ciência, tecnologia e sociedade, centrado em temas sociais relevantes.

Anos 80... - perspectiva CTS

- A aprendizagem das ciências deveria :
 - Capacitar os alunos para tomarem decisões informadas sobre situações do quotidiano.
 - Integrar aspetos históricos e culturais da ciência e da tecnologia .
 - Familiarizar os alunos com as práticas criativas e imaginativas dos cientistas e a sua atitude crítica perante a realidade
 - Ajudar os alunos a compreenderem a natureza, o significado e a importância da ciência e da tecnologia para as suas vidas, individualmente e como cidadãos interventivos na sociedade.

Anos 80, 90...cultura científica, movimento CTS



A relação CTS tem subjacente um conjunto de ideais que têm evoluído par dos conceitos que lhes estão inerentes: as questões ambientais e a educação para o desenvolvimento sustentável

Anos 90 - Ciência para Todos



- *Projeto 2061*
- *Relatório Science for All Americans (American Association for the Advancement of Science, 1989)*,
- *National Science Education Standards (National Research Council, 1996)*
- *Projeto Scope, Sequence and Coordination (National Science Teacher Association, 1996)*

São de novo elaborados programas que procuram dar uma nova orientação para a educação em ciências – desenvolver a literacia científica e tecnológica de todos os norte americanos.

Anos 90 - Ciência para Todos

- Objetivos (*National Science Education Standards, 1996*)
- Os alunos devem:
 - vivenciar a riqueza e a “excitação” do conhecimento e compreenderem o mundo natural;
 - usar adequadamente processos científicos e princípios em tomadas de decisão pessoais;
 - participar inteligentemente em discussões e debates público sobre assuntos científicos e tecnológicos;
 - tornar-se economicamente mais produtivos devido à aquisição de conhecimentos e competências consideradas fundamentais para a literacia científica na sua área.

Mudanças preconizadas

(*National Science Education Standards, 1996*)

Ao nível dos conteúdos

- Menor ênfase nos factos e na informação e maior ênfase na compreensão dos conceitos científicos e no desenvolvimento de capacidades de inquérito.
- Menor ênfase nos assuntos, desligadas e maior ênfase na aprendizagem dos temas em contexto de inquérito, em contexto tecnológico e ainda em contextos que tenham em conta a perspectiva pessoal e social da ciência e a história e natureza da mesma.
- Menor ênfase na separação entre conhecimentos científicos e processos científicos e maior ênfase na integração de todos os aspetos da ciência.
- Menor ênfase na cobertura de muitas matérias e maior ênfase no estudo de poucos conceitos científicos, mas fundamentais.
- Maior ênfase na implementação do *inquérito como estratégia instrucional* e como capacidade e ideia a ser aprendida.

Mudanças preconizadas (*National Science Education Standards, 1996*)

Ao nível do ensino

Maior ênfase:

- nos interesses, vitalidade, experiências e necessidades do aluno;
- na seleção e adaptação do currículo;
- na *compreensão e no uso do conhecimento científico, ideias e processos de inquérito*;
- na criação de oportunidades para os alunos debaterem e discutirem entre si assuntos científicos;
- na orientação dos alunos num ativo e extenso inquérito científico;
- na avaliação contínua do aluno;
- na divisão de responsabilidades com os alunos sobre a aprendizagem;
- na sala de aula como uma comunidade em que prevalece a cooperação, o respeito e a divisão de responsabilidades;
- no trabalho com outros professores de modo a melhorar o programa de ciências

Perspetivas da EC

Finalidades gerais da educação em ciências

Permite ao aluno o conhecimento e as capacidades necessárias ao mundo do trabalho e capacita-o para um emprego onde a ciência e a tecnologia têm um papel relevante;

Permite conhecer o modo como o mundo natural funciona, sendo para isso importante que os conceitos e os princípios científicos sejam selecionados e pensados de modo a que os alunos vejam as aplicações da ciência na sua vida diária;

Contribui para que os cidadãos sejam informados, lidem inteligentemente com assuntos sociais relacionados com a ciência, votem responsabilmente e influenciem, quando necessário, entidades relacionadas com o impacto da ciência na sociedade;

Promove a formação de cidadãos capazes de analisarem criticamente relatórios e discussões acerca de ciência que aparecem nos meios de comunicação e permite tomar parte em discussões direta ou indiretamente relacionadas com ciência;

Permite entender a importância e a natureza da tecnologia e as relações entre tecnologia e ciência e ainda conhecer a natureza da ciência, as metodologias científicas como os cientistas trabalham, o que é também importante porque conhecer a atividade da ciência faz parte essencial da literacia científica.

Perspetivas da EC

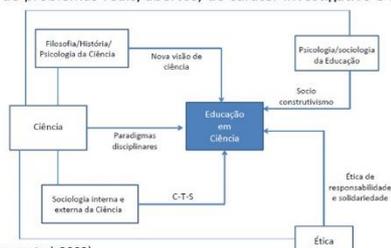
Educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade para:

- Responder e alimentar a curiosidade das crianças, fomentando um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela ciência e pela atividade dos cientistas;
- Ser uma via para a construção de uma imagem positiva e refletida acerca da ciência (as imagens constroem-se desde cedo e a sua mudança não é fácil);
- Promover capacidades de pensamento (criativo, crítico, metacognitivo) úteis noutras áreas/disciplinas do currículo e em diferentes contextos e situações, como, por exemplo, de tomada de decisão e de resolução de problemas pessoais, profissionais e sociais;
- Promover a construção de conhecimento científico útil e com significado social, permitindo às crianças e aos jovens melhorar a qualidade da interação com a realidade natural.

(Martins *et al*, 2007)

Perspetivas da EC (caráter interdisciplinar)

- . Ênfase na construção de conceitos, competências, atitudes e valores, adotando uma perspetiva socio construtivista;
- . Visão externalista e racionalista contemporânea da ciência, valorizando os contextos socioculturais da construção da ciência;
- . Abordagem de problemas reais, abertos, de caráter investigativo e de âmbito CTS.



(Adaptado de Cachapuz *et al*, 2002)

ATIVIDADE 13 – Planificação, realização e apresentação de atividades para o 1º CEB

(O trabalho final foi introduzido em sessões de Orientação Tutoria, logo após a realização da Atividade 6)

[*Informação para o professor:*

A partir deste momento, os estudantes vão realizar uma investigação experimental, enquadrada numa planificação para alunos do 1º CEB, nas horas de trabalho autónomo. Este trabalho, de avaliação final, individual, é apoiado pelo docente nas horas de Orientação Tutoria para tal destinadas. Os trabalhos serão apresentados e discutidos no grupo turma evidenciando as perspetivas de abordagem das dimensões de construção da ciência.

Referir que é na base dos conceitos trabalhados na Unidade Curricular, até agora, que vamos dar início à planificação de uma investigação experimental. Para isso, os estudantes devem imaginar uma situação de aprendizagem, em sala de aula, que tenha como objetivo desenvolver a capacidade dos alunos do 1º CEB (3º e/ou 4º anos) fazerem investigações experimentais.

Para já os estudantes vão apenas planear e realizar a investigação experimental. Vai ser aberto um fórum para cada estudante colocar o seu tema e o problema de investigação com a finalidade de se organizar o horário para realizarem a investigação experimental. O professor deve relembrar que: (a) o problema que orienta uma investigação tem que ser formulado de uma maneira muito clara e precisa, caso contrário, poderemos encontrar dados que não se relacionam entre si nem com a questão a investigar ou só parcialmente correspondem à pergunta formulada; (b) formular hipóteses é sugerir explicações que sejam consistentes com as evidências que se possuem ou com um conceito ou princípio científico; (c) sempre que se pretende testar uma hipótese e as previsões a ela associadas, é fundamental planear o teste com o maior rigor possível desde o material que se usa até ao modo como se observa e medem os resultados.

As orientações para o trabalho de aplicação deverão ser colocadas na página da Unidade Curricular [documento transcrito em baixo] na plataforma *moodle*.

Leituras sugeridas:

- Afonso, M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.
- Cachapuz, A., Praia J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Martins, I., et al. (2007). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação (DGIDC).
- Pereira, A. (2002). *Educação para a ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Sá, J. G. (2002). *Renovar as práticas no 1º Ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Edição/Reimpressão. Porto: Porto Editora, pp. 42-59.
- Sá, J. G. (2004). *Crianças aprendem a pensar ciências: Uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Porto Editora.
- Santos, M.C. (2002). *Trabalho experimental no ensino das ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO FINAL (Guião)

O trabalho final individual do módulo de Ciências da Natureza em IDEM consiste na elaboração da planificação de uma sequência de 3 atividades destinadas a lecionar um tópico do programa de Estudo do Meio (Blocos 1, 3 ou 5). O trabalho inclui obrigatoriamente uma atividade de investigação experimental (“atividade investigativa”) e os materiais pedagógicos selecionados/produzidos para apoiar todas as atividades (modelos, imagens, jogos, vídeos, ...).

Ex: *Bloco 3 – À descoberta do ambiente natural, 3º ano*

“Os seres vivos do ambiente próximo” - Identificar alguns factores do ambiente que condicionam a vida das plantas e dos animais (água, ar, luz, temperatura, solo) — realizar experiências. No caso deste bloco a investigação experimental pode ser, por exemplo, a exploração do seguinte:

- a influência da luz na germinação ou no crescimento de plantas;
- o comportamento de minhocas em presença da luz;
-

Objetivos:

- Planifica atividades promotoras de uma conceção adequada de ciência (estando presentes aspetos das dimensões de construção da ciência estudados) para os alunos do 1º CEB, relacionando conhecimentos científicos e metacientíficos, e fundamenta as suas escolhas.
- Realiza uma investigação experimental, no quadro das atividades planeadas.
- Elabora/seleciona materiais pedagógicos a usar na concretização das atividades.
- Reflete criticamente sobre o modo como as atividades, envolvendo a explicitação dos conhecimentos científicos e metacientíficos, podem contribuir para o ensino/aprendizagem das ciências.

Estrutura:

1. INTRODUÇÃO - onde se apresenta o tema seleccionado e se justifica brevemente a pertinência da escolha à luz das orientações para o Estudo do Meio (ensino das ciências da natureza) no 1º CEB.
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA - onde se apresentam argumentos teóricos que suportam a pertinência do estudo do tema para os alunos a quem se destinam as actividades.
3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO - onde se apresentam as actividades e se enunciam os objectivos de acordo com os programas oficiais e com as orientações para o ensino explícito da metaciência.

3.1. Investigação experimental: planificação, realização e comunicação dos resultados à turma.

Relatório da investigação experimental (sugestão):

- Questão a investigar.
- Enunciado da hipótese e da(s) previsão(ões) relacionadas com a questão a investigar.
- Material a utilizar na investigação experimental.
- Procedimentos detalhados passo a passo de modo que outro “investigador” possa reproduzir a experiência – identificação das variáveis e do controlo; processos usados para recolha e registo dos dados.
- Registo dos dados – incluir todos os dados recolhidos durante os testes experimentais apresentados de uma forma organizada e de fácil interpretação.
- Interpretação dos resultados - os resultados devem ser narrados de uma forma clara e sucinta e apresentados de uma forma visualmente clara para o leitor (incluir, de preferência, os esquemas ou fotografias das montagens experimentais elucidativas dos procedimentos).
- Conclusões – iniciar esta parte do relatório apresentando os argumentos que levaram a aceitar ou rejeitar a hipótese e as previsões associadas. Explicar com clareza o que é que os outros “investigadores” podem aprender com esta investigação. Incluir dúvidas, limitações e/ou outras questões que possam ser investigadas na continuação da pesquisa sobre este assunto.

3.2. Apresentação da sequência das atividades

- Descrição clara e rigorosa das atividades, tal como se poderiam apresentar aos alunos do 1º CEB, incluindo os guiões de trabalho (“fichas”), textos, esquemas e imagens necessários para concretizar as atividades.
- Outros materiais pedagógicos (em anexo): onde incluem os materiais, como powerpoints, videograções, jogos, modelos tridimensionais, entre outros, que possam ter produzido/adaptado para uso na concretização das atividades planeadas.

4. REFLEXÃO – onde se discute a adequação da proposta de actividades aos alunos do 1º CEB, de acordo com o tema em estudo, e se evidenciam os aspetos das DCC explicitados nas atividades.

-
5. BIBLIOGRAFIA - Referências completas, de acordo com a Norma Portuguesa, de todos os documentos consultados e citados no trabalho.
 6. ANEXOS – onde, para além dos materiais pedagógicos já referidos, também podem incluir materiais de consulta (incluindo CDROM´s ou sítios da Internet) utilizados como referências documentais para o tema selecionado.

PRAZO DE ENTREGA: 8 de junho inclusive. O Relatório da investigação deve ser entregue no dia em que terminam a tarefa e apresentam a toda a turma.

Nota: O texto escrito não deve ultrapassar 15 páginas sem contabilizar anexos. O trabalho deve ser apresentado de acordo com as normas de elaboração que figuram no doc. Normas de Elaboração de Trabalhos Académicos. Os trabalhos apenas são aceites em formato digital.

ATIVIDADE 14 – Teste de avaliação sumativa**Introdução à Didática do Estudo do Meio****Teste**

Duração 2 h

11 de Junho de 2012

Leia atentamente todas as questões e responda com clareza e rigor**Módulo II**

1. Apesar do debate sobre a ciência que deve ser ensinada na educação básica se prolongar há algumas décadas, existe concordância em diversas orientações internacionais e nacionais sobre a relevância do ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade. Comente esta afirmação, fundamentando a sua resposta com base em dois argumentos que tenha estudado.

(*Objetivo:* Avaliar a aprendizagem dos estudantes sobre a importância de ensinar ciências nos primeiros anos de escolaridade)

Proposta de correção: são aceites dois argumentos diferentes que se enquadrem em qualquer das 4 áreas da tipologia usada por Margarida Afonso (2008), desde que bem explicitados. Por ex: a ciência é uma área do conhecimento humano que faz parte da nossa cultura/ajuda a compreender as relações entre a ciência e a sociedade preparando as crianças para tomarem parte em decisões e escolhas que afetam a qualidade de vida das populações (argumentos sociológicos); a ciência é uma maneira particular de olhar o mundo ajudando os alunos a aprender a pensar em todos os aspetos da sua vida (arg. pedagógico); aprender ciência possibilita o desenvolvimento cognitivo em termos dos conhecimentos, capacidades e atitudes aplicáveis no quotidiano (arg. psicológico) mas também podem aparecer associados aos arg. filosóficos quando referem especificamente o conhecimento substantivo, epistemológico e processual (capacidades investigativas, por ex).

2. Leia com atenção a descrição da seguinte atividade investigativa, realizada com uma turma do 1º CEB:

Naquela manhã, a professora Teresa levou a turma de 4.º ano à horta para observarem os estragos produzidos pelas chuvadas da véspera, na zona onde o terreno era mais inclinado. De regresso à aula a professora discutiu com os alunos as observações realizadas, as possíveis causas do fenómeno e o modo como poderiam prevenir uma situação idêntica. Naquela situação, não foi difícil conduzir os alunos ao enunciado de um problema investigável: Como evitar que os solos de regiões inclinadas sejam arrastados pela água das chuvas?

Após alguma discussão, decidiram ir buscar solo à horta e coisas para cobrir o solo de modo a perceberem em que situação é que a erosão era menor. Recolheram um saco de plástico cheio de folhas caídas e outro saco com pedrinhas soltas que se tinham acumulado no pátio da escola. Arranjaram bocados de cartão grosso com cerca de 30x30 cm e espalharam uma camada fina de solo, com cerca de 3 cm de altura, em cima de cada um dos cartões. Para regarem os solos, imitando o efeito da chuva, colocaram 3 cartões com a mesma inclinação dentro de alguidares de plástico. Num deles espalharam as folhas de modo a cobrir todo o solo, no outro espalharam as pedrinhas e o terceiro ficou apenas coberto de solo. Nesse momento, a professora perguntou: “Que pensam que vai acontecer quando regarem o solo em cada montagem?” Alguns alunos começaram a dizer que o solo com pedrinhas suportava melhor a água da chuva, outros, que com as folhas era melhor, [...]. A professora pediu para cada grupo registar as suas previsões no caderno e continuou: “Vocês fizeram as previsões com base no conhecimento que já têm. É exatamente isso que os cientistas fazem: partem das suas experiências anteriores e dos conhecimentos que têm para formularem hipóteses e previsões sobre os fenómenos e acontecimentos que investigam. Mas em ciência as ideias têm que ser testadas! Aí entra, também, a imaginação e criatividade dos cientistas. O que é que nos falta decidir antes de experimentarmos?” O António respondeu logo: “Com quanta água vamos regar!” Mas o grupo da Maria acrescentou: “Não é só a água, também temos que saber como vamos recolher o que

cair para o alguidar!”. A professora interveio e disse que deviam decidir a quantidade de água para regarem cada uma das montagens - sempre a mesma e deitada à mesma altura para imitar a chuva – e que podiam recolher o material do alguidar, entornando com cuidado para um funil com um filtro de café colocado na boca de um frasco de vidro largo. “Agora, têm que descrever todo o procedimento no vosso caderno, fazer o esquema da montagem e escrever a maneira como vão recolher os dados” – acrescentou a professora – “esse é um aspeto essencial do trabalho dos cientistas: registarem tudo o que fazem, com muito cuidado e rigor, para garantirem que os dados recolhidos permitem responder ao problema a investigar e que as interpretações sejam válidas”.

Com a ajuda da professora, todos os grupos conseguiram realizar o procedimento experimental que haviam estabelecido para testar as suas previsões. Comparando os 3 frascos, os alunos pesaram a quantidade de solo que ficou nos filtros, registando as suas observações. Quando os grupos apresentaram os seus resultados à turma e discutiram as conclusões face às previsões que tinham feito, concluíram que um solo coberto de folhas é menos arrastado pela água da chuva.

Nessa altura, a professora colocou-lhes uma nova questão: "Imaginem que um grupo de cientistas a trabalhar sobre a questão da erosão dos solos tinha chegado a uma conclusão semelhante à vossa. Quando publicassem os resultados das suas investigações como poderiam aconselhar os agricultores, ou o Ministério responsável pela agricultura, sobre a melhor forma de protegerem os solos da erosão provocada pelas chuvas?”. E a discussão continuou abordando os problemas da desflorestação e dos incêndios nas florestas.

- 2.1. Identifique as dimensões de construção da ciência contempladas na atividade descrita, referindo as capacidades e/ou as perspetivas que associa a cada uma delas. Justifique a sua resposta.

(*Objetivo:* Avaliar a aprendizagem dos estudantes quanto à compreensão do significado das dimensões metacientíficas, em termos de capacidades e de conhecimentos)

Proposta de correção – No texto evidenciam-se aspetos relacionados com as dimensões filosófica (por ex., as capacidades investigativas e a construção do conhecimento a partir de evidências recolhidas por observação e experimentação), psicológica (por ex., reconhecer atitudes inerentes ao trabalho científico como a imaginação e a criatividade) e sociológica da ciência nas suas dimensões interna (por exemplo a necessidade de comunicar os resultados das investigações aos outros cientistas) e externa (por ex., apreciando os problemas que a sociedade enfrenta e algumas soluções que os cientistas propõem). A justificação deve basear-se nos conceitos das dimensões de construção da ciência estudadas, quer referindo as capacidades quer referindo as diversas perspetivas de conhecimentos metacientíficos identificadas.

- 2.2. Discuta a pertinência da realização de atividades com estas características no ensino das ciências ao nível do 1º CEB.

(*Objetivo:* Avaliar a aprendizagem dos estudantes relativamente à importância/vantagem de explorar as dimensões metacientíficas no ensino das ciências a alunos do 1º CEB)

Proposta de correção - As respostas devem abordar o valor do ensino experimental das ciências quando relacionado com o modo como a ciência é feita pelos cientistas não só na perspetiva filosófica ou psicológica, mas também no tipo de relações sociológicas que se desenrolam no interior da comunidade científica e nas interações com a sociedade. Não são aceites repetições da resposta anterior – só a reformulação em termos do ensino no 1º CEB.

3. Leia atentamente o seguinte excerto do discurso proferido pelo médico e investigador escocês Alexander Fleming quando recebeu o prémio Nobel da Fisiologia ou Medicina (11 de dezembro de 1945), pela descoberta da penicilina, o primeiro antibiótico a ser produzido e usado no combate a infeções bacterianas:

“ [...] A origem da descoberta da penicilina foi a contaminação de uma placa de cultura de estafilococos¹²⁸ por um bolor. Notou-se que, a alguma distância em redor do bolor, as colónias de estafilococos se tinham tornado translúcidas e evidentemente estavam a ser destruídas (Fig. 1).

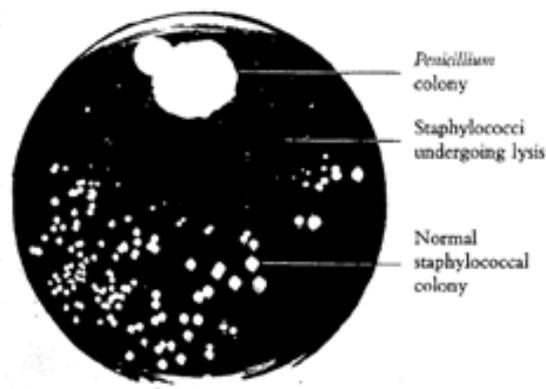


Fig. 1- Foto de uma placa de cultura mostrando a dissolução das colónias de estafilococos na proximidade de uma colónia de *Penicillium*.

Isto foi uma ocorrência extraordinária e exigia mais investigação, por isso isolou-se o bolor e estudaram-se as suas propriedades. O bolor foi identificado como pertencendo ao género *Penicillium* [...]. Tendo obtido o bolor numa cultura purificada, infetei a placa de cultura com diferentes micróbios. [...] Os resultados mostraram que o bolor produzia uma substância antibacteriana que afetava uns micróbios mas não outros. Testei pelo mesmo processo outros tipos de bolores mas eles não produziram a mesma substância antibacteriana o que mostrou que o bolor que eu isolei era um muito excepcional.

Após 1929, eu referi a penicilina em uma ou duas publicações mas poucas pessoas lhe prestaram atenção. Só passados uns 10 anos, depois da introdução das sulfamidas ter mudado o modo de os médicos encararem a terapia das infeções bacterianas [...] é que os meus coparticipantes neste Prémio Nobel, Sir Howard Flory e Dr. Chain, começaram a investigação, [...] e conseguiram concentrar a penicilina de um modo que a torna atualmente ativa, muito para além dos sonhos que eu pudesse ter tido nos primeiros tempos. Estes resultados foram publicados pela primeira vez em 1940, no meio de uma grande guerra, quando as atividades económicas comuns estavam suspensas e a produção continuava independentemente dos custos Este verão, tive oportunidade de ver na América algumas das maiores fábricas de penicilina, construídas a custos elevadíssimos, onde o bolor crescia em grandes tanques bem arejados [...].”

(Traduzido e adaptado de: "Sir Alexander Fleming - Biography". Nobelprize.org., recuperado em Jun 5, 2012 de [http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1945/fleming.html])

3.1. Identifique as dimensões da construção da ciência, em termos de conhecimento metacientífico, que estão presentes no excerto do discurso de Fleming.

(*Objetivo:* Avaliar a aprendizagem dos estudantes quanto à compreensão do significado das dimensões de construção da ciência, em termos de conhecimentos metacientíficos)

Proposta de correção – O texto evidencia diversas perspetivas de conhecimento metacientífico relacionadas com as dimensões filosófica, histórica, sociológica interna e sociológica externa da ciência. Os estudantes poderão identificar uma ou mais perspetivas, associadas a cada uma das dimensões metacientíficas, citando uma ou mais frases do texto correspondentes a cada uma

128 Os estafilococos são bactérias muito frequentes na espécie humana. Embora normalmente estejam presentes no nariz e na pele de 20 % a 30 % dos adultos são (e, menos frequentemente, na boca, glândulas mamárias, aparelhos geniturinário e intestinal e vias aéreas superiores), os estafilococos não costumam ser prejudiciais. No entanto, a rutura da pele ou qualquer outra lesão podem permitir que as bactérias atravessem as defesas do organismo e causem uma infeção. (recuperado em 2012, junho 5 de [http://www.manualmerck.net/?id=204&cn=1667])

dessas dimensões. Por ex., o primeiro parágrafo evidencia alguns aspetos da dimensão filosófica, em termos dos processos de trabalho usados e da interpretação dos resultados obtidos por Fleming. No segundo parágrafo a frase “após 1929, eu referi a penicilina em uma ou duas publicações mas poucas pessoas lhe prestaram atenção” pode ser relacionada com o reconhecimento do trabalho por parte de outros cientistas (dimensão sociológica interna) e a frase “estes resultados foram publicados pela primeira vez em 1940,…” permite identificar uma perspectiva da dimensão histórica relacionada com a publicação e divulgação do conhecimento científico.

- 3.2. Discuta em que medida o excerto do discurso de Fleming permite evidenciar a relação entre o conhecimento científico e a forma como ele se constrói. Justifique.

(Objetivo: Avaliar a aprendizagem das estudantes quanto à compreensão do significado da relação entre metaciência e ciência)

Proposta de correção - As respostas devem referenciar, por exemplo: (a) o conhecimento produzido – descoberta/identificação e propriedades da penicilina; (b) características do trabalho científico - como o rigor dos procedimentos, da persistência de Fleming em prosseguir os estudos e em publicar os resultados apesar de não terem sido aceites senão ao fim de 10 anos, quando finalmente tanto os médicos como a sociedade em geral compreenderam as enormes vantagens da substância para combater infeções bacterianas; e (c) a importância da descoberta para a sociedade – por exemplo, foi possível salvar as vidas de muitos feridos, mesmo tendo exigido um enorme esforço financeiro para produzir penicilina.

- 3.3. Discuta a pertinência de se explorar a relação entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos metacientíficos no ensino das ciências ao nível do 1º CEB.

(Objetivo: Avaliar a aprendizagem das estudantes relativamente à importância/vantagem de explorar a relação entre metaciência e ciência no ensino das ciências a alunos do 1º CEB)

Proposta de correção – Identicamente à questão 2.2, as respostas devem evidenciar a importância de contextualizar o ensino das ciências (conhecimentos e capacidades) através da história/relatos de descobertas científicas, procurando que os alunos compreendam a persistência, o rigor e outras capacidades investigativas dos cientistas, a par da maior ou menor facilidade em verem as suas descobertas/ideias reconhecidas pelos pares e pela sociedade em geral e os impactos que a ciência e a tecnologia podem ter na vida da sociedade. Não são aceites repetições da resposta anterior – só a reformulação em termos do ensino no 1º CEB.

4. Diversos estudos sobre literacia científica das populações levados a cabo, por exemplo, no Reino Unido e nos EUA nos anos 80 do século XX, revelaram que um número considerável de indivíduos (72% dos ingleses e 75% dos americanos) ignorava que os antibióticos não têm qualquer efeito no combate a infeções causadas por vírus. Atualmente, sabe-se que existem diversas bactérias, causadoras de infeções com elevado grau de mortalidade, resistentes aos antibióticos. Este fenómeno é devido, em grande parte, ao facto de haver indivíduos que tomam antibióticos desnecessariamente por ignorarem a sua função e as graves consequências associadas a esse comportamento.

- 4.1. A ideia de que os antibióticos combatem infeções virais é uma representação social comum que pode ser incluída na definição geral de concepções do senso comum (ingénuas) ou alternativas aos conceitos científicos. Indique duas características das concepções alternativas que as tornam resistentes à mudança.

- 4.2. Explique como podem os professores do 1.º CEB procurar identificar as concepções alternativas dos alunos relacionadas com os temas científicos previstos no programa.

Terminou o seu teste

Módulo II – 12 valores (60%)

Questão	1	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	total
Cotação	1.5 valores (7.5%)	1.5 valores (7.5%)	1.5 valores (7.5%)	1.5 valores (7.5%)	2 valores (10%)	1.5 valores (7.5%)	1 valor (5%)	1,5 valores (7.5%)	12 valores 60%

Nota. as questões 4.1 e 4.2 não incidem na metaciência mas apenas em perspectivas de ensino das ciências

APÊNDICE 7

INSTRUMENTOS DE CARACTERIZAÇÃO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA

7.1. Dimensões metacientíficas (níveis de abrangência de conhecimentos e capacidades) – o que

	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Indicadores	O professor aborda/explore de forma ambígua-a dimensão metacientífica contemplada-nas atividades.	O professor aborda/explore apenas conhecimentos de natureza genérica, relativos à dimensão metacientífica, contemplados nas atividades. <i>Ou</i> O professor aborda/explore apenas capacidades, associadas à dimensão metacientífica, contempladas nas atividades.	O professor aborda/explore conhecimentos de natureza genérica e capacidades, relativos à dimensão metacientífica, contemplados nas atividades. <i>Ou</i> O professor aborda/explore apenas conhecimentos de natureza específica, relativos à dimensão metacientífica, contemplados nas atividades.	O professor aborda/explore conhecimentos de natureza específica e capacidades, relativos à dimensão metacientífica, contemplados nas atividades.
Apresentação / realização das atividades				
Exploração/discussão dos assuntos	O professor deixa ambígua ou não explora, dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor não proporciona momentos de síntese para sistematizar conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica.	O professor centra-se apenas em conhecimentos de natureza genérica, relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor centra-se apenas em capacidades, associadas à dimensão metacientífica.	O professor centra-se em conhecimentos de natureza genérica e em capacidades, relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor centra-se apenas em conhecimentos de natureza específica, relativos à dimensão metacientífica.	O professor centra-se em conhecimentos de natureza específica e em capacidades, relativos à dimensão metacientífica.
Elaboração de sínteses	O professor deixa ambígua a dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor não proporciona momentos de síntese para sistematizar conhecimentos e/ou capacidades relativos à dimensão metacientífica.	O professor refere apenas conhecimentos de natureza genérica, relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor refere apenas capacidades, associadas à dimensão metacientífica.	O professor refere conhecimentos de natureza genérica e capacidades, relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> O professor refere apenas conhecimentos de natureza específica, relativos à dimensão metacientífica.	O professor refere conhecimentos de natureza específica e capacidades, relativos à dimensão metacientífica.
Intervenções *dos estudantes	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor deixa ambígua, ou não faz alusão à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor apenas suscita a mobilização de capacidades associadas à dimensão metacientífica.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor apenas suscita a mobilização de conhecimentos de natureza genérica relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor apenas suscita a mobilização de capacidades associadas à dimensão metacientífica.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor suscita a mobilização de conhecimentos de natureza genérica e de capacidades relativos à dimensão metacientífica. <i>Ou</i> Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor apenas suscita a mobilização de conhecimentos de natureza específica, relativos à dimensão metacientífica.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor suscita a mobilização de conhecimentos de natureza específica e de capacidades relativos à dimensão metacientífica.

*As intervenções dos estudantes incluem perguntas, dúvidas e afirmações.

Nota. O instrumento aplica-se a cada uma das dimensões metacientíficas (filosófica, histórica, psicológica, sociológica, sociológica interna e sociológica externa)

Legenda: Conhecimento de natureza genérica (Cog) - Conhecimento que não corresponde a qualquer das perspectivas consideradas na conceptualização da respetiva dimensão metacientífica (DM). Conhecimento de natureza específica (Co1,2,3,...) - Conhecimento que corresponde a perspetiva/s (discriminadas na Tabela complementar I do Instrumento I) consideradas na conceptualização da respetiva DM.

7.2. Relação intradisciplinar entre metaciência e ciência (MC-C)

Indicadores	C ⁺⁺	C ⁺	C [.]	C ^{..}
Apresentação/ realização das atividades	O professor aborda apenas os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficas incluídos nas atividades.	O professor aborda os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficas e também os conhecimentos científicos, incluídos nas atividades, mas não os relaciona.	O professor aborda, de forma superficial, a relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficas e os conhecimentos científicos incluídos nas atividades.	O professor aborda, de forma interligada, a relação entre os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficas e os conhecimentos científicos incluídos nas atividades.
Exploração/discussão dos assuntos	O professor centra-se apenas nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficas.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficas e também nos conhecimentos científicos, mas não os relaciona.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficas e também nos conhecimentos científicos abordando, de forma superficial, a relação entre eles.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficas e também nos conhecimentos científicos, abordando, de forma interligada, a relação entre eles.
Elaboração de sínteses	O professor apenas refere os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos. Ou O professor não proporciona momentos de síntese para sistematizar relações entre os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficas, e os conhecimentos científicos.	O professor refere os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficas e também os conhecimentos científicos, mas não os relaciona.	O professor refere os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos, e também os conhecimentos científicos, abordando, de forma superficial, a relação entre eles.	O professor refere os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos, e também os conhecimentos científicos, abordando, de forma interligada, a relação entre eles.
Intervenções dos estudantes*	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor apenas suscita a mobilização de conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor suscita a mobilização de conhecimentos e/ou de capacidades metacientíficos, e também de conhecimentos científicos, mas não estabelece qualquer relação entre os dois domínios do saber.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor suscita a mobilização de conhecimentos e/ou de capacidades metacientíficos, e também de conhecimentos científicos, estabelecendo uma relação superficial, entre os dois domínios do saber.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor suscita a mobilização de conhecimentos e/ou de capacidades metacientíficos, e também de conhecimentos científicos, estabelecendo uma relação interligada entre os dois domínios do saber.

7.3. Relação entre sujeitos (professor-estudantes) – Regras discursivas - Critérios de avaliação: Grau de explicitação da metacência (conhecimentos/capacidades)

Indicadores	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁻⁻
Apresentação/ realização das atividades	O professor deixa muito explícitos os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos.	O professor deixa explícitos os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos.	O professor deixa pouco explícitos os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor não explora ou explora de forma incorreta os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos
Exploração/ discussão dos assuntos	O professor toma muito claros os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor toma claros os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor deixa pouco claros os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos .	O professor não clarifica, ou clarifica de forma incorreta, os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.
Elaboração de sínteses	O professor, em conjunto com os estudantes, elabora sínteses muito claras, quanto aos conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor elabora sínteses claras, quanto aos conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor elabora sínteses pouco claras quanto aos conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	O professor não elabora sínteses ou fá-lo com ideias incorretas sobre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos
Intervenções dos estudantes*	O professor toma muito claros os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, reformulando/corrigindo, quando necessário, as ideias dos estudantes.	O professor toma claros os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e quando reformula/corrigi as ideias dos estudantes, fá-lo de forma genérica.	O professor deixa pouco explícitos os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e, quando reformula/corrigi as ideias dos estudantes, fá-lo de forma pouco clara.	O professor não clarifica, ou clarifica de forma incorreta, os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e não reformula/corrigi as ideias dos estudantes.

Nota. O instrumento aplica-se a cada uma das dimensões metacientíficas (filosófica, histórica, psicológica, sociológica interna e sociológica externa)

7.4. Relação intradisciplinar entre metacência e ensino das ciências (MC-EC)

Indicadores	C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ⁺⁻
Apresentação/ realização das atividades	O professor aborda apenas os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos incluídos nas atividades.	O professor aborda os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos e também os conhecimentos, sobre o ensino/aprendizagem das ciências, incluídos nas atividades, mas não os relaciona.	O professor aborda, de forma superficial, a relação entre os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos e os conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências incluídos nas atividades.	O professor aborda, de forma interligada, a relação entre os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos e os conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências incluídos nas atividades.
Exploração/ discussão dos assuntos	O professor centra-se apenas nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficos.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficos e também nos conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências, mas não estabelece qualquer relação entre eles.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficos, e também nos conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências, abordando, de forma superficial, a relação entre eles.	O professor centra-se nos conhecimentos e/ou nas capacidades metacientíficos e nos conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências, abordando, de forma interligada, a relação entre eles.
Elaboração de sínteses	O professor apenas refere os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos. Ou O professor não proporciona momentos de síntese para sistematizar relações entre os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos, e os conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências,	O professor refere os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos e também os conhecimentos, sobre o ensino/aprendizagem das ciências, mas não os relaciona.	O professor refere os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos, e também os conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências, abordando, de forma superficial, a relação entre eles.	O professor refere os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos, e também os conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências, abordando, de forma interligada, a relação entre eles.
Intervenções dos estudantes*	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor apenas suscita a mobilização de conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor suscita a mobilização de conhecimentos e/ou de capacidades metacientíficos e também de conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências mas não estabelece qualquer relação entre os dois domínios do saber.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor suscita a mobilização de conhecimentos e/ou de capacidades metacientíficos e também de conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências, estabelecendo uma relação superficial entre os dois domínios do saber.	Em resposta às intervenções dos estudantes, o professor suscita a mobilização de conhecimentos e/ou de capacidades metacientíficos e também de conhecimentos sobre o ensino/aprendizagem das ciências, estabelecendo uma relação interligada entre os dois domínios do saber.

7.5. Relação entre sujeitos (professor-estudantes) – Regras discursivas - Critérios de avaliação da metacência (MC) no quadro do ensino das ciências (EC)

Indicadores	E ⁺⁺	E ⁺	E ⁻	E ⁻⁻
Apresentação/ realização das atividades	O professor aborda, de forma muito clara e muito explícita, o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor aborda, de forma explícita, o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor aborda, de forma pouco clara, o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor não aborda, ou aborda de forma incorreta, o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.
Exploração/ discussão dos assuntos	O professor toma muito claro e muito explícito o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor torna explícito o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor deixa pouco claro o significado no ensino/aprendizagem das ciências e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor não aborda, ou aborda de forma incorreta, o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.
Elaboração de sínteses	O professor, em conjunto com os estudantes, elabora sínteses muito explícitas, ilustradas/exemplificadas, quanto ao significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou quanto à importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor elabora sínteses explícitas e genericamente ilustradas/exemplificadas, quanto ao significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou quanto à importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor elabora sínteses pouco explícitas, quanto ao significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou quanto à importância para o sucesso da aprendizagem científica dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor não elabora sínteses ou fá-lo com ideias confusas/incorretas sobre o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.
Intervenções dos estudantes*	O professor toma muito claro e muito explícito o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor torna explícito o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor deixa pouco claro o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.	O professor não clarifica, ou clarifica de forma incorreta, o significado no ensino/aprendizagem das ciências, e/ou a importância para o sucesso da aprendizagem científica, dos conhecimentos e/ou das capacidades metacientíficos.

Nota. O instrumento aplica-se a cada uma das dimensões metacientíficas (filosófica, histórica, psicológica, sociológica interna e sociológica externa)

7. 6. Relação entre sujeitos (professor-estudantes) – Regras discursivas - Ritmagem

Indicadores	E++	E+	E-	E--
Apresentação/ realização das atividades	O professor indica, no início, o tempo destinado à realização das atividades e relembra constantemente aos estudantes o tempo limite, não permitindo prolongamentos.	O professor indica, no início, o tempo destinado à realização das atividades e relembra aos estudantes o tempo limite, mas permite alguns prolongamentos devidamente justificados.	O tempo destinado à realização das atividades não é definido pelo professor, havendo um certo respeito pelo ritmo dos estudantes. No entanto, ao longo da aula, o professor vai advertindo os estudantes para a necessidade de terminarem a atividade.	O tempo destinado à realização das atividades não é definido pelo professor, deixando que os estudantes progridam ao seu ritmo próprio.
Exploração/ discussão dos assuntos	O professor discute os assuntos, sem que haja tempo para tirar dúvidas aos estudantes ou retomar o que já foi dito.	O professor discute os assuntos, podendo retomar assuntos já abordados perante as intervenções dos estudantes.	O professor discute os assuntos de um modo suficientemente flexível para dar algum tempo aos estudantes para esclarecerem ou retomarem o que já foi dito.	O professor discute os assuntos, procurando saber se os estudantes estão a acompanhar a discussão e reformulando e promovendo a discussão dos assuntos a esclarecer.
Elaboração de sínteses	O professor faz as sínteses, sem dar tempo para os estudantes colocarem dúvidas. <i>Ou</i> O professor não proporciona momentos de síntese para sistematizar ideias previamente exploradas, e/ou para clarificar dúvidas dos estudantes.	O professor faz as sínteses e, perante dúvidas dos estudantes, responde de imediato.	O professor faz as sínteses, dando algum tempo para esclarecer dúvidas dos estudantes	O professor faz as sínteses, em diálogo com os estudantes, tendo em conta todas as suas dúvidas.
Intervenções dos estudantes*	O professor não atende às intervenções dos estudantes.	O professor atende às intervenções dos estudantes mas continua a exploração do assunto sem alterar muito o tempo da tarefa.	O professor faz pausas na exploração do assunto, esclarece as dúvidas e, indo ao encontro das intervenções dos estudantes, explica de novo o assunto.	O professor promove um debate em torno das intervenções dos estudantes e averigua se ficaram esclarecidos, de modo a prolongar ou não o debate.

7.7. Relação entre sujeitos (professor-estudantes) - Regras hierárquicas

Indicadores	E ⁺⁺	E ⁺	E [·]	E ^{-·}
Relação de comunicação	O discurso é polarizado pelo professor, originando uma relação vertical e unidirecional de comunicação.	O professor privilegia uma relação vertical e unidirecional, permitindo interações pontuais entre si e os estudantes.	O professor promove a interação com os estudantes, tanto no sentido ascendente, como descendente.	O professor promove permanentemente a interação com os estudantes, originando uma relação de tipo horizontal.
Perguntas/afirmações dos estudantes	O professor ignora as perguntas/afirmações dos estudantes.	O professor responde diretamente às perguntas/afirmações dos estudantes.	O professor responde às perguntas/afirmações dos estudantes, formulando novas questões e fornecendo mais informação.	O professor responde, promovendo a discussão entre os vários estudantes.
Respostas dos estudantes	O professor não integra as respostas dos estudantes na discussão do assunto em estudo. <i>Ou</i> O professor não faz comentários às respostas dos estudantes.	O professor utiliza as respostas dos estudantes, mas dá imediatamente uma explicação sobre o assunto em discussão.	O professor utiliza as respostas dos estudantes para continuar a discussão sobre o assunto em estudo.	O professor utiliza as respostas dos estudantes para, em diálogo com todos, chegar a uma ideia conjunta sobre o assunto em estudo.
Intervenções dos estudantes com incorreções	O professor informa o estudante que a sua intervenção está incorreta. Passa de imediato a outro estudante, sem dar nova oportunidade ao primeiro. <i>Ou</i> O professor não corrige a intervenção do estudante.	O professor informa o estudante que a sua intervenção está incorreta, dando-lhe uma nova oportunidade. Depois ouve outro/outros estudantes.	O professor ouve a intervenção incorreta do estudante e ajuda-o a construir uma resposta correta.	O professor ouve a intervenção incorreta do estudante e, depois, em diálogo com toda a turma procura a construção de uma resposta correta.
Modo de relacionamento	O professor não recorre a qualquer tipo de justificações, utilizando um controlo imperativo.	O professor recorre a justificações com base em regras estabelecidas, utilizando um controlo posicional.	O professor fundamenta os seus argumentos, apelando apenas aos seus atributos pessoais. Utiliza um controlo pessoal.	O professor fundamenta os seus argumentos, apelando aos atributos pessoais dos alunos. Utiliza um controlo pessoal.

APÊNDICE 8

TABELAS GERAIS DE CARACTERIZAÇÃO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA

8.1. Análise de o que – dimensões metacientíficas (conhecimentos e/ou capacidades)

Indicador	Dimensões metacientíficas																															
	DF						DH						DP						DSI						DSE							
	N2		N3		N4		N2		N3		N4		N1		N2		N3		N4		N1		N2		N3		N4					
	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]	[1°]	[2°]				
Apresentação/ realização das atividades	✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓	-	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	68+38				
Exploração/ discussão dos assuntos	✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓	-	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	134+5				
Elaboração de sínteses	✓✓	✓✓	-	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓	-	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	62				
Intervenções dos estudantes	-	✓✓	-	✓✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6				
Total Níveis	8	7	40	9	18	29	15	4	-	-	19	7	15	4	2	-	10	9	9	15	6	25	1	16	10	10	12	7	6	1	12	6
Total geral	111						45						40						73						44						313	
Total perps Ca/Co	Ca1- 59 /24 Ca2- 2 /1 Ca3- 42 /41	Co1-19 -16% Co2-18 -15% Co3-19 -16% Co4-23 -18% Co5-18 -15% Co6-25 -20%	Ca1- 4 /5 Ca2- 3 /3	Co1-23-61% Co2-5 -14% Co3 -9- 24%	Ca1- 4 /4 Ca2- 5 /7 Ca3- 3 /3	Co1-11 -27% Co2-10- 25% Co3- 2- 5% Co4-10 -25% Co5- 6- 15% Co6- 1 -3%	Ca1- 21 /3 Ca2- 22 /3 Ca3- 6 /10	Co1-10 -24% Co2- 2 -5% Co3-10 -24% Co4-15 -37% Co5- 4 -10%	Ca1- 6 /5 Ca2- 6 /7 Ca3- 13 /11	Co1- 7 -14% Co2- 4 -8% Co3- 7 -14% Co4-19 -39% Co5- 9 -19% Co6- 3- 6%	41 -100%	40 -100%	37 -100%	122 - 100%	49 - 100%																	

Nota. A cinza estão as perspetivas Ca encontradas apenas nas UAs com N3 e N4.

8.2. Análise das relações sociológicas entre discursos – Relações intradisciplinares - o como

DM	Relação MC-C					Relação MC-EC					Indicador	
	C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ^{-·}	C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ^{-·}	C ^{-·}			
DF	√√√√√√√√	√√√√	√√√√√√√√	√√√√√√√√	√√√√√√√√	√	√√√√√√√√	√√√√√√√√	√√	√√	Apresentação/ realização das atividades	
DH	√√√√	√	√√√	√√√	√√√√√√√√	-	√	√	-	-		
DP	√√√√√√√√	√√	√√	-	√√√√√√√√	-	√	√	-	-		
DSI	√√√√√√√√	√√√√√√√√	√	√√√	√√√√√√√√	√√√√√√√√	√	√	√	√		
DSE	√√√√√√	√√	√	√	√√√√√√√√	-	√√	√√	-	-		
DF	√√√√√√√√	√√√√√√	√√√√√√√√	√√√√√√	√√√√√√√√	-	√√√√√√√√	√√√√√√√√	√√	√√		
DH	√√√√√√√√	√√√√√	√√√√√	-	√√√√√√√√	-	√√√√√	√√√√√	√	√	Exploração/ discussão dos assuntos	
DP	√√√√√√√√	√√√√	√√√	-	√√√√√√√√	-	√√√√	√√√√	-	-		
DSI	√√√√√√√√	√√√√	√√√√√√	√	√√√√√√√√	-	√√√√√	√√√√√	√	√		
DSE	√√√√√√√√	√√√√	√√√√	√	√√√√√√√√	-	√√√√√	√√√√√	√	√		
DF	√√√√√√√√	-	√√√	√	√√√√√√√√	-	√√√√√	√√√√√	√√	√√		
DH	√√√√√√√√	-	√√	-	√√√√√√√√	-	√√√√√	√√√√√	√	√		Elaboração de sínteses
DP	√√√√√√√√	√	√	-	√√√√√√√√	-	√√√	√√√	-	-		
DSI	√√√√√√√√	-	√√√	-	√√√√√√√√	-	√√√√√	√√√√√	√	√		
DSE	√√√√√√√√	-	√	-	√√√√√√√√	-	√√√√	√√√√	√√	√√		
DF	√	-	√√	√√	√√√√√√√√	-	√√√√	-	-	-		
DH	-	-	-	-	√√√√√√√√	-	√√√√	-	-	-	Intervenções dos estudantes	
DP	-	-	-	-	√√√√√√√√	-	√√√√	-	-	-		
DSI	√	-	-	-	√√√√√√√√	-	√	-	-	-		
DSE	-	-	-	-	√√√√√√√√	-	√√√√	-	-	-		
Total	Cont. de transmissão/aquisição 270-		Cont. de transmissão/aquisição 270-									
	Cont. de transmissão/aquisição 43											

Legenda:
C- Grau da relação intradisciplinar, em termos de classificação: das fronteiras muito nítidas ao esbatimento de fronteiras (C⁺⁺, C⁺, C⁻, C^{-·})

APÊNDICE 9

TABELAS DE RESULTADOS DO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

9.1. Caracterização dos estudantes da turma

Estudantes N=25	Formação Acadêmica	Freq. ES (1ª vez)	LEB (opção)	Expetativa profissional		Média UCs (CN)
				Diploma	Justificação	
Antónia	C&T	Sim	1ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	12
Carolina	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	11,5
Cecília	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	11,8
Clara	Humanidades	Sim	1ª	Dom 2	Acesso mercado trab.	10,7
Eduarda	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Interesse/Motivação	13,5
Eva	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	12
Fátima	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	11,3
Filipa	Humanidades	Sim	1ª	Dom 1	Interesse/Motivação	11,8
Filomena	Humanidades	Sim	1ª	Dom 1	Ter exp. profissional	11
Helena	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Interesse/Motivação	14
Joana	C&T	Não	1ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	12
Laura	Humanidades	Sim	1ª	Dom 1	Interesse/Motivação	9,5
Luísa	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	12,3
Manuela	C&T	Sim	1ª	Dom 1	Interesse/Motivação	12,5
Margarida	Humanidades	Sim	1ª	Dom 1	Interesse/Motivação	12,3
Marta	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Interesse/Motivação	9,8
Paula	C&T	Sim	2ª	Dom 1	Interesse/Motivação	13
Raquel	C&T	Não	4ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	12
Rosário	C&T	Sim	1ª	Dom 3	Acesso mercado trab.	13,3
Rui	C&T	Não	1ª	Dom 4	Interesse/Motivação	14
Sara	C&T	Sim	1ª		Não prossegue	15
Sofia	Humanidades	Sim	2ª	Dom 3	Interesse/Motivação	13
Sónia	Humanidades	Sim	2ª	Dom 3	-	11,5
Teresa	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Ter exp. profissional	11
Vera	Humanidades	Sim	1ª	Dom 3	Interesse/Motivação	11,3

Nota. As linhas sombreadas correspondem aos estudantes que não realizaram a entrevista.

Legenda: Dom 1, Mestrado em Educação Pré-Escolar; Dom 2, Mestrado em Ensino do 1º ciclo do Ensino Básico; Dom 3, Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º ciclo do Ensino Básico; Dom 4, Mestrado em Ensino do 1º e do 2º Ciclo do Ensino Básico.

9.2. Resultados do teste de avaliação (questões relativas à metaciência)

Características	Presença da MC				Relação MC-EC				Relação MC-C		Totais			
	Questões	2.1	3.1	Total	1	2.2	3.3	Total	3.2	Total				
Cotação N=25 Estudantes	1.5	1.5	%	Grau	1.5	1.5	1.5	%	Grau	2	%	9.5	100%	Grau
Antónia	0.75	1.25	66,7	3	0.75	0.25	0	22,2	1	0	0	3	31,6	2
Carolina	0.6	1	53,3	3	1.5	0.5	0	44,4	2	0.75	37,5	4.35	45,8	2
Cecília	0.9	1.5	80,0	4	1	0.25	0	27,8	2	1.5	75,0	5.15	54,2	3
Clara	1.25	1	75,0	4	0	0.5	0	11,1	1	1.5	75,0	4.25	44,7	2
Eduarda	0.95	1	65,0	3	0.75	0.5	0	27,8	2	0.5	25,0	3.7	38,9	2
Eva	0.2	1.25	48,3	2	0.75	0.5	0	27,8	2	0.5	25,0	3.2	33,7	2
Fátima	0.7	1.25	65,0	3	0.75	0.25	1	44,4	2	2	100	5.95	62,7	3
Filipa	0.6	1.25	61,6	3	1.25	0.75	1	66,7	3	0.5	25,0	5.35	56,3	3
Filomena	0.6	1.25	61,6	3	0.75	0.5	0.5	38,9	2	0.5	25,0	4.1	43,2	2
Helena	0.75	1.25	66,7	3	0.5	0.5	0.75	38,9	2	1	50,0	4.75	50,0	3
Joana	0.85	1.25	70,0	3	0.75	0.25	0.5	33,3	2	0.75	37,5	4.35	45,8	2
Laura	0.6	1	53,3	3	0.25	0.75	0	22,2	1	0.5	25,0	3.10	32,6	2
Luísa	0.65	1.25	30,0	2	1	0.25	0.5	38,9	2	1	50,0	4.65	48,9	2
Manuela	0.75	1.5	75,0	4	1	0.5	0	33,3	2	1.25	62,5	5	52,7	3
Margarida	0.5	1	50,0	3	1	0.5	0	33,3	2	0.5	25,0	3.5	36,8	2
Marta	0.7	1	56,7	3	0.75	0.25	0	22,2	1	0.5	25,0	3.2	33,7	2
Paula	1	1	66,7	3	0.5	0.5	0.5	33,3	2	1.5	75,0	5	52,7	3
Raquel	0.4	0.5	30,0	2	0	0.25	0	5,6	1	0.5	25,0	1.65	17,4	1
Rosário	1.1	1	70,0	3	0.5	0.25	0.25	22,2	1	0.5	25,0	3.6	37,9	2
Rui	0.85	1.5	78,3	4	0.75	0.75	0	33,3	2	1.5	75,0	5.35	56,3	3
Sara	0.85	1.5	78,3	4	1.25	0.35	0	35,6	2	1.25	62,5	5.2	54,7	3
Sofia	0.75	1.5	75,0	4	1.5	0.6	0.75	63,3	3	1	50,0	6.1	64,2	3
Sónia	0.55	1.5	68,3	3	0.25	0	0.5	16,7	1	0.5	25,0	3.3	34,7	2
Teresa	1.4	0.75	71,7	3	1	0.25	0	27,8	2	1	50,0	4.4	46,3	2
Vera	0.65	1.25	63,3	3	0.75	0.5	0.75	44,4	2	1.25	62,5	5.15	54,2	3
Total	18,9	29,5	64,5	-	19,25	10,45	7,0	32,6	-	22,25	44,5	107,3 5	45,2	-
Total (graus)	1-0; 2-3; 3-16; 4-6				1-7; 2-16; 3-2; 4-0				-	-	1-1; 2-14; 3-10; 4-0			

Nota. As linhas sombreadas correspondem aos estudantes que não realizaram a entrevista.

9.3. Resultados do relatório do trabalho de avaliação final: Inclusão da metaciência

Estudantes N=25	Características em estudo					
	MC					MC-EC
	DF	DH	DP	DSI	DSE	
Antónia	Ca		Ca			presente
Carolina	Ca				Ca	presente
Cecília	Ca		Ca	Ca	Ca	presente
Clara	CaCo		CaCo	CaCo	Ca	presente
Eduarda	Ca		Ca	Ca	Ca	presente
Eva	Ca		Ca	CaCo		presente
Fátima	Ca		Ca			presente
Filipa	Ca	Ca	Ca	CaCo		presente
Filomena				Ca		ausente
Helena	CaCo	Co	CaCo	CaCo		presente
Joana	CaCo			Ca	Ca	presente
Laura	Ca					ausente
Luísa	Ca		Ca	Ca		presente
Manuela	Ca		Ca	Ca	Ca	presente
Margarida	Ca					ausente
Marta	Ca		Ca	Ca	Ca	presente
Paula	Ca			Ca		presente
Raquel	Ca		Ca			presente
Rosário	CaCo		Ca	Ca	CaCo	presente
Rui	CaCo		Ca	Ca	Ca	presente
Sara	CaCo		Co	Ca		presente
Sofia	CaCo		Ca	CaCo	Ca	presente
Sónia	Ca					presente
Teresa						ausente
Vera	Ca		Ca	Ca		presente
Total N=25	Ca - 23 Co - 7	Ca - 1 Co - 1	Ca - 16 Co - 3	Ca - 17 Co - 5	Ca - 10 Co - 1	Presente-21 (84%) Ausente- 4 (16%)

Nota. As linhas sombreadas correspondem aos estudantes que não realizaram a entrevista.

9.4. Resultados da entrevista : Orientação Específica de Codificação para o ensino da metaciência

	Regras reconhecimento	Regras de realização passiva	Regras de realização ativa (argumentação)	OEC
Estudantes N=20	(1) ausência (2) posse parcial (3) posse total	(1) ausência (2) presença	(1) ausência (2) posse parcial (3) posse total	(1) ausência (2) posse parcial (3) posse total
Antónia	(3)	(2)	(1)	(2)
Carolina	(1)	(2)	(3)	(2)
Cecília	(2)	(2)	(3)	(2)
Eduarda	(3)	(2)	(2)	(2)
Eva	(1)	(2)	(2)	(2)
Fátima	(1)	(2)	(2)	(2)
Helena	(1)	(2)	(2)	(2)
Joana	(1)	(2)	(2)	(2)
Laura	(1)	(1)	(1)	(1)
Luísa	(3)	(2)	(1)	(2)
Manuela	(3)	(2)	(2)	(2)
Margarida	(1)	(2)	(3)	(2)
Marta	(3)	(2)	(3)	(3)
Paula	(3)	(2)	(2)	(2)
Rui	(3)	(2)	(3)	(3)
Sara	(3)	(2)	(3)	(3)
Sofia	(3)	(2)	(3)	(3)
Sónia	(1)	(2)	(1)	(2)
Teresa	(1)	(2)	(3)	(2)
Vera	(1)	(1)	(1)	(1)
Totais Nº/%	(1) 10/50% (2) 1/5% (3) 9/45%	(1) 2/10% (2) 18/90%	(1) 5/25% (2) 8/40% (3) 7/35%	(1) 2/10% (2) 14/70% (3) 4/20%

9.5. Resultados da entrevista: Disposições Socioafetivas para o ensino da metaciência

Estudantes N=20	Pertinência das aprendizagens em IDEM*	Confiança	Motivação	Relevância	DSA
		PF- pouco favoráveis; F- favoráveis; MF – muito favoráveis			
Antónia	(2)	F	F	F	F
Carolina	(1)	MF	MF	MF	MF
Cecília	(1)	F	MF	MF	F
Eduarda	(1)	F	MF	MF	F
Eva	(1)	F	F	MF	F
Fátima	(2)	MF	MF	MF	MF
Helena	(1)	F	MF	MF	F
Joana	(1)	F	MF	F	F
Laura	(2)	F	MF	MF	F
Luísa	(2)	PF	MF	MF	PF
Manuela	(1)	MF	MF	MF	MF
Margarida	(1)	F	F	F	F
Marta	(1)	F	MF	MF	F
Paula	(1)	MF	F	F	MF
Rui	(1)	MF	MF	MF	MF
Sara	(1)	PF	MF	MF	PF
Sofia	(1)	MF	MF	MF	MF
Sónia	(1)	F	MF	MF	F
Teresa	(1)	F	MF	MF	F
Vera	(2)	F	F	F	F
Totais Nº/%	(1) 15/75% (2) 5/25%	MF-6/30% F-12/60% PF- 2/10%	MF-15/75% F –5/25% PF-0	MF-15/75% F- 5/25% PF-0	MF-6/30% F-12/60% PF-2/10%

* (1) aprendizagem da metaciência e sua importância para o ensino das ciências; (2) aprendizagem de outras perspetivas de ensino das ciências.

Nota. Para a categorização das disposições socio afetivas dos estudantes, considerada em função das três características (confiança, motivação e valorização) é patente que a característica “confiança” determinou a tendência final (Tabela 3.29).

9.6. Resultados da análise da evolução das concessões dos estudantes sobre o ensino das ciências (questionário, parte II)

9.6.1. Graus de concessões sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes antes da formação

Estudantes N=25	MITOS (7)										IDEIAS ACEITES (11)										Prop global x+y	Grau 1-4					
	DF		DH		DP		DSI		DSE		DF		DH		DP		DSI		DSE				Y(275)	P			
	A	D	J	K	Q	G	M	X(175)	F	O	I	R	B	L	E	N	C	H	H	C							
Antónia	1	1	*	1	1	1	1	1	0,7	2	2	2	2	*	*	*	*	*	*	*	2	2	08/11	2	08/18	2	
Carolina	1	1	2	1	1	2	2	3,7	*	*	2	*	2	2	2	2	2	2	*	*	2	2	08/11	2	11/18	3	
Cecília	1	1	1	1	1	1	1	0,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	2	11/18	3	
Clara	1	1	*	*	*	1	1	0,7	2	*	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	2	09/18	2	
Eduarda	1	1	2	*	1	*	1	1,7	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	09/11	2	10/18	3	
Eva	1	1	1	1	1	1	1	0,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	2	11/18	3	
Fátima	1	1	1	1	1	1	1	0,7	*	2	2	2	2	2	2	*	*	*	*	*	*	*	06/11	2	06/18	2	
Filipa	1	1	2	1	1	2	1	2,7	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	09/11	2	11/18	3	
Filomena	1	1	2	1	1	1	1	1,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	2	12/18	3	
Helena	2	2	2	*	2	2	2	5,7	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	2	14/18	4	
Joana	1	1	1	1	1	1	1	0,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	2	11/18	3	
Laura	1	1	2	1	1	1	1	1,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	2	10/18	3	
Luisa	1	1	*	*	1	1	1	0,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	10/11	2	10/18	3	
Manuela	*	*	*	*	*	2	*	1,7	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	03/11	2	04/18	1
Margarida	1	1	2	1	1	*	1	1,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	2	11/18	3	
Marta	1	1	2	1	1	*	1	1,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	*	07/11	2	08/18	2	
Paula	1	2	1	1	1	2	1	2,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	08/11	2	10/18	3	
Raquel	1	1	2	1	1	*	1	2	2,7	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	06/11	2	08/18	2	
Rosário	1	1	1	1	1	1	1	0,7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	2	10/18	3	
Rui	2	1	2	1	1	2	*	3,7	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	2	13/18	3	
Sara	1	1	2	1	1	1	1	1,7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	2	11/18	3	
Sofia	1	1	2	*	1	1	1	1,7	2	*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	09/11	2	10/18	3	
Sónia	1	1	1	1	1	1	1	0,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	2	11/18	3	
Teresa	1	1	2	-	1	1	1	1,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	2	12/18	3	
Vera	*	*	1	1	1	*	*	0,7	*	2	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	06/11	2	06/18	2	
Nº	2	2	13	0	1	6	2	26	22	16	21	18	23	17	22	21	22	20	21	21	21	223	249				
%	8,7	8,7	61,9	0	4,8	28,6	9,1	17,4	100	88,9	95,5	90,0	100	89,5	100	95,5	100	95,2	100	100	96,1	223	249	65,4			
∑(1 e 2)	23	23	21	18	21	21	22	149	22	18	22	20	23	19	22	22	22	21	21	21	232	381					
*Nº	2	2	4	6	4	4	3	25	3	7	3	5	2	6	2	3	3	4	4	4	42	67					
Por item	25	25	25	24	25	25	25	174	25	25	25	25	25	25	24	25	25	25	25	25	274	448					
Graus CEC	1 - 4%; 2- 24%; 3- 68%; 4 - 4%																										

* Índices

9.6.2. Graus de conecções sobre o ensino das ciências atribuídos aos estudantes após a formação

Estudantes N=25	MITOS (7)														IDEIAS ACEITES (11)											Prop global x+y	Grau			
	DF							DSE							DF							DSE								
	A	D	J	K	Q	DP	DH	F	G	M	X(175)	O	I	R	B	L	E	N	C	H	P	Y(275)								
Antónia	1	1	2	1	1	1	2	2	2	3/7	2	2	1	1	2	2	2	*	2	2	2	07/11	10/18	3						
Carolina	2	*	2	1	1	1	2	2	1	3/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	14/18	4						
Cecília	2	1	2	*	2	2	2	2	1	4/7	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	10/11	14/18	4						
Clara	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	13/18	3						
Eduarda	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2/7	*	2	2	2	2	2	2	*	2	2	2	09/11	11/18	3						
Eva	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	13/18	3						
Fátima	1	1	2	*	1	1	1	1	1	1/7	*	2	2	*	2	2	2	*	2	2	2	06/11	07/18	2						
Filipa	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3						
Filomena	1	*	2	*	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3						
Helena	2	2	2	1	1	1	1	*	*	3/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	14/18	4						
Joana	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3						
Laura	1	1	*	2	1	1	1	1	*	1/7	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3						
Luísa	1	*	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	*	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3						
Manuela	1	1	2	1	1	1	1	*	1	1/7	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3						
Margarida	2	1	2	1	1	1	1	*	1	2/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	12/18	3						
Marta	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	*	1	1	*	2	2	2	2	2	07/11	08/18	2						
Paula	1	1	2	*	1	1	1	2	1	2/7	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3						
Raquel	1	1	2	*	*	1	1	1	*	1/7	2	2	*	2	2	2	2	*	2	2	2	09/11	10/18	3						
Rosário	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3						
Rui	2	2	2	1	1	1	1	1	1	3/7	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	09/11	12/18	3						
Sara	*	2	2	2	2	2	2	2	1	5/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	16/18	4						
Sofia	1	1	2	*	1	1	1	1	1	1/7	2	*	2	*	2	2	2	2	2	2	2	09/11	10/18	3						
Sónia	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10/11	11/18	3						
Teresa	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	12/18	3						
Vera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0/7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11/11	11/18	3						
Nº	5	3	23	3	2	6	2	2	2	44	23	22	21	18	24	20	25	21	24	22	25	245	289							
%	20,8	13,6	95,0	15,8	8,3	27,3	8,3	8,3	9,1	28,0	100	95,7	91,3	90,0	96,0	83,3	100	100	95,7	100	95,7	95,7	70,0							
Σ(1 e 2)	24	22	24	19	24	22	22	22	22	157	23	23	23	20	25	24	25	21	24	23	25	256	413							
*Nº	1	3	1	6	1	3	3	3	3	18	2	2	2	5	0	1	0	4	1	1	0	18	36							
Por item	25	25	25	25	25	25	25	25	25	175	25	25	25	25	25	25	25	25	24	25	25	274	449							
Graus Cec	1- 0%; 2- 8%; 3- 76%; 4- 16%																													

* Índices

9.7. Resultados da análise da evolução das conecções dos estudantes sobre ciência (questionário, parte III)

9.7.1. Perfis de conecções sobre ciência atribuídos aos estudantes antes da formação

Estudantes N=25	Conecções sobre Ciência (DM)																			
	Cc			C _{MC}			C _{DF}			C _{DP}			C _{DSI}			C _{DSE}				
	Afirm 1-6	JUST	Mito Cc	Pf 1-4	Afirm 1-6	JUST	Mito C _{MC}	Pf 1-4	Afirm 1-6	JUST	Pf 1-4	Afirm 1-5	JUST	Pf 1-4	Afirm 1-6	JUST	Pf 1-4	Afirm 1-6	JUST	Pf 1-4
Antónia	1,5	JNA		2	2	JNA		1	4,5	JNA	2	3,4	JPA	3	1,3	JPA	3	2,6	JPA	3
Carolina	1,2,3,5	JNA		2	2,4	JNA	*	2	2,4	JNA	2	1,6	JNA	2	1,3	JPA	3	1,2,3,4,5,6	JNA	2
Cecília	3	JÁ		2	4	JÁ		2	2	JNA	1	4,6	JPA	3	3	JNA	1	5	JNA	1
Clara	3	JPA		2	4,5,6	JPA	*	2	1,3	JNA	2	1,4	JPA	3	1,3	JNA	2	6	JNA	1
Eduarda	3,5	JNA		2	2	JNA		1	1,2,3,4	JNA	2	1,3,4	JNA	2	3	JNA	1	1,2,5	JNA	2
Eva	1,3	JNA		2	1,6	JNA		2	2,5	JNA	2	1	JNA	1	1,3	JNA	2	1,5	JNA	2
Fátima	1,3,6	JPA		3	6	JNA		1	1,2,3,4	JNA	2	1,3,4,6	JNA	2	1,2,3	JPA	3	1,2,3,4,5	JNA	2
Filipa	1,5,6	JNA		2	6	JPA		2	3	JNA	1	2,4,6	JPA	3	1	JNA	1	1,2,6	JNA	2
Filomena	1	JNA		1		JPA	só*	1	2,5	JPA	3	3	JPA	2	1,3	JNA	2	1,5	JNA	2
Helena	3,5	JÁ		3	2	JPA	*	2	1,2,4	JPA	3	2,6	JPA	3	1,3	JPA	3	2,3	JPA	3
Joana	3	JNA		1	4	JPA	*	2	1,5	JNA	2	1,3	JPA	3	1,4	JNA	2	1	JNA	1
Laura	1,2,3	JPA		3	5,6	JPA	*	3	2	JNA	1	1,4	JNA	2	1,3	JPA	3	1,2,4	JNA	2
Luísa	2,3	JPA		3	1,6	JÁ		3	2,6	JPA	3	1,3,4	JPA	3	4	JNA	1	4	JPA	2
Manuela	1	JNA		1	6,4	JPA		2	2	JNA	2	1,4	JPA	3	1,3	JPA	3	1,2,5	JPA	3
Margarida	2,3	JNA		2	2,5,6	JPA		3	2,3,4	JNA	2	1,2,5	JPA	3	1,2,5	JPA	3	1,2,5,6	JPA	3
Marta	1,2,5	JPA		3	1,2,6	JPA		3	2,3,5	JPA	3	4	JNA	1	1	JNA	1	2,6	JNA	2
Paula	1,3	JPA		3	2,4	JÁ		3	2	JPA	2	2,4	JPA	3	1	JPA	2	1	JNA	1
Raquel	1,5	JNA		2	1,4	JNA		2	3,5	JNA	2	1,4	JNA	2	3,4	JNA	2	1,2,5	JNA	2
Rosário	2,3	JPA		3	1,4	JPA		3	2,5	JNA	2	2,3,4	JNA	2	1,2,3,5	JPA	3	1,3,4,5	JPA	3
Rui	3,6	JÁ		3	2	JÁ	*	2	2	JÁ	2	1,6	JÁ	3	3	JPA	2	1,2,3,4,5,6	JPA	4
Sara	2,3,5	JNA		2	2,4	JPA	*	2	2,4	JPA	3	1,2,3,6	JPA	3	1,3	JPA	3	1,2,5	JÁ	4
Sofia	2,3	JPA		3	6	JNA		1	1,3,6	JPA	3	1,3,4,6	JPA	3	1,2	JPA	3	1,2,3,5	JNA	2
Sónia	5,6	JNA		2	4	JNA	*	1	2,3	JPA	3	1,6	JNA	2	5	JNA	1	1,6	JPA	3
Teresa	3,5,6	JPA		3	5,6	JNA	*	2	2,3,4	JPA	3	1,4,6	JNA	2	1,3	JNA	2	1,2	JPA	3
Vera	1	JNA		1	6	JPA	*	2	2,5	JNA	2	1,3,6	JNA	2	3	JNA	1	1,5	JPA	3
Totais	JA - 3	12%	0		JA - 4	16%	11		JA - 1	4%		JA - 1	4%	JÁ - 0	0%			JA - 1	4%	
	JPA - 9	36%			JPA - 12	48%			JPA - 9	36%		JPA - 13	52%	JPA - 12	48%			JPA - 10	40%	
	JNA - 13	52%			JNA - 9	36%			JNA - 15	60%		JNA - 11	44%	JNA - 13	52%			JNA - 14	56%	

9.7.2. Perfis de conecções sobre ciência atribuídos aos estudantes após a formação

Estudantes N=25	Conecções sobre Ciência (DM)																			
	Cc			C _{MC}			C _{DF}			C _{DP}			C _{DSI}			C _{DSE}				
	Afirm 1-6	JUST	Mito Cc	Pf 1-4	Afirm 1-6	JUST	Mito C _{MC}	Pf 1-4	Afirm 1-6	JUST	Pf 1-4	Afirm 1-6	JUST	Pf 1-4	Afirm 1-5	JUST	Pf 1-4	Afirm 1-6	JUST	Pf 1-4
Antónia	1,5	JNA		2	2	JPA	*	2	2,4	JNA	2	1,2,4	JPA	3	1,3	JÁ	3	2,5,6	JPA	3
Carolina	1,3,5	JPA		3	1	JNA		1	2,4,6	JNA	2	1,2,4,6	JNA	2	1,3	JNA	2	1,2,3,4,5,6	JNA	2
Cecília	1,3	JPA		3	2,4	JÁ	*	3	2,3,4,5	JPA	3	1,2,4,6	JA	4	1,2,3	JPA	3	1,2,3,4,5,6	JPA	4
Clara	1,3	JPA		3	2	JNA		1	6	JPA	2	2,3	JPA	3	1,2,3,5	JA	4	3,4	JA	3
Eduarda	2,6	JPA		3	1	JNA	*	1	3,4	JPA	2	3	JPA	2	1	JNA	1	1	JPA	2
Eva	2	JNA		1		JNA	só*	1	4,5	JNA	2	1,4	JNA	2	4	JNA	1	1,2	JNA	2
Fátima	1,2,5	JPA		3	1,6	JNA	*	2	1,2,3,4,6	JNA	2	1,2,3,4,5	JNA	2	1,2,3,5	JPA	3	1,2,4,5,6	JNA	2
Filipa	1,2,5	JNA		2	1,2,6	JNA		2	2,4,6	JNA	2	2,4,5	JNA	2	1,2,3	JNA	2	1,2,3,5	JNA	2
Filomena	1,2,3,5,6	JNA		2	2,5	JNA	*	2	1,2,4,5	JPA	3	1,3,4,6	JPA	3	1,3	JPA	3	1,5,6	JPA	3
Helena	3,6	JPA		3	2,6	JA		3	4	JNA	1	4	JPA	2	1,3	JÁ	3	1,6	JPA	3
Joana	1,5	JPA		3	2,4	JA		3	2,4	JA	3	1,2,4	JA	4	1,2,3	JÁ	4	1,6	JNA	2
Laura	1,2,5	JPA		3	6	JPA		2	3,4	JNA	2	1,3,4	JPA	3	1	JPA	2	1,2	JNA	2
Lúisa	1,2	JÁ		3	4,6	JPA		3	2,4,6	JPA	3	1,3,4	JPA	3	1,3,4	JA	4	1,2,6	JPA	3
Manuela	2,5	JPA		3	1,5,6	JA		4	2	JPA	2	1,2,5	JPA	3	3,5	JNA	2	1,5	JPA	3
Margarida	2,5,6	JNA		2	1,2,5,6	JNA		2	1,4,6	JPA	3	1,2,4	JNA	2	1,2,5	JPA	3	1,2,5,6	JPA	3
Marta	1,3,5	JPA		3	1	JPA	*	2	2,3,5	JPA	3	2,3,4,5,6	JPA	4	1,3	JPA	3	1,2	JPA	3
Paula	1,3,5	JPA		3	4,6	JA		3	2,3,4	JPA	3	1,2,4	JPA	3	1,3	JPA	3	1,4,5	JPA	3
Raquel	5	JNA		1	4,6	JNA		2	1,3	JNA	2	2,4	JA	3	1,3	JNA	2	1,2,6	JPA	3
Rosário	1,2,3,5,6	JPA		4	1,5,6	JNA	*	2	2	JNA	1	1,3,4,5,6	JPA	4	1,2,3	JPA	3	1,2,3,4,5,6	JNA	2
Rui	1,3,5	JA		4	1,2,5,6	JA		4	1,2,3,4,5,6	JA	4	1,3,4,6	JNA	2	1,2,3,4,5	JPA	4	1,2,3,4,5,6	JPA	4
Sara	3,6	JPA		3	2,4,5,6	JPA		3	2,4,6	JA	4	1,2,3,4,5,6	JA	4	1,3,5	JPA	3	1,2,3,4,5,6	JA	4
Sofia	3	JA		2	6	JNA	*	1	1,2	JNA	2	1,5,6	JPA	3	1,3	JPA	3	3,5,6	JNA	2
Sónia	5	JNA		1	2	JNA	*	1	2	JNA	1	4,6	JA	3	3	JNA	1	4,6	JNA	2
Teresa	3,5,6	JPA		3	6	JPA	*	2	1	JPA	2	1,4,6	JNA	2	3	JA	2	1,4,5	JPA	3
Vera	1,5	JPA		3	2,5	JPA	*	3	2,4	JNA	2	1,3,6	JPA	3	2,3	JPA	3	5,6	JPA	3
Totais	JA - 3	12%	4	JA - 6	24%	11		JA - 3	12%		JA - 5	20%	JA - 6	24%	JA - 2	8%				
	JPA - 15	60%		JPA - 7	28%			JPA - 10	40%		JPA - 13	52%	JPA - 12	48%	JPA - 14	56%				
	JNA - 7	28%		JNA - 12	48%			JNA - 12	48%		JNA - 7	28%	JNA - 7	28%	JNA - 9	36%				

*Símbolo usado para assinalar as afirmações que correspondem a "mitos".

Legenda: Afirm. - Afirmações assinaladas na resposta a cada questão. (Nas tabelas usou-se a numeração árabe para facilitar a leitura). C_c- Conção sobre o conhecimento científico; C_{MC}- Conção sobre o conhecimento metacientífico; C_{DF}- Conção sobre a dimensão filosófica; C_{DP}- Conção sobre a dimensão psicológica; C_{DSI}- Conção sobre a dimensão sociológica interna; C_{DSE}- Conção sobre a dimensão sociológica externa; JUST. Classificação das justificações das respostas. (JA, justificação adequada; JPA, justificação parcialmente adequada; JNA, justificações não adequadas)

9.7.3. Sentido e extensão da evolução das concepções sobre ciência atribuídos aos estudantes antes e após a formação

Estudantes	PFCC			PFC _{MC}			PFDF			PFDP			PFDSI			PFDE			Tendência												
	Jng	Lím	Par	Jng	Lím	Par	Jng	Lím	Par	Jng	Lím	Par	Jng	Lím	Par	Jng	Lím	Par	Jng	Lím	Par	Abr	Per	Abv	I	L	P	A			
Antónia	•			•			•			•			•			•			•												
Carolina	•			•			•			•			•			•			•												
Cecília	•			•			•			•			•			•			•												
Clara	•			•			•			•			•			•			•												
Eduarda	•			•			•			•			•			•			•												
Eva	•			•			•			•			•			•			•												
Fátima	•			•			•			•			•			•			•												
Filipa	•			•			•			•			•			•			•												
Filomena	•			•			•			•			•			•			•												
Helena	•			•			•			•			•			•			•												
Joana	•			•			•			•			•			•			•												
Laura	•			•			•			•			•			•			•												
Lúisa	•			•			•			•			•			•			•												
Manuela	•			•			•			•			•			•			•												
Margarida	•			•			•			•			•			•			•												
Marta	•			•			•			•			•			•			•												
Paula	•			•			•			•			•			•			•												
Raquel	•			•			•			•			•			•			•												
Rosário	•			•			•			•			•			•			•												
Rui	•			•			•			•			•			•			•												
Sara	•			•			•			•			•			•			•												
Sofia	•			•			•			•			•			•			•												
Sónia	•			•			•			•			•			•			•												
Teresa	•			•			•			•			•			•			•												
Vera	•			•			•			•			•			•			•												
PF Antes formação	4	11	10	0	6	13	6	0	3	14	8	0	3	14	8	0	3	14	8	0	3	14	8	0	4	11	8	2	19	6	0
PF Após formação	3	5	15	2	6	10	7	2	3	13	7	2	3	13	7	2	3	13	7	2	3	13	7	2	0	10	12	3	10	12	3

APÊNDICE 10

GUIÃO DA ENTREVISTA AOS ESTUDANTES

ORIENTAÇÃO ESPECÍFICA DE CODIFICAÇÃO E DISPOSIÇÕES SÓCIO AFETIVAS PARA O CONTEXTO DE ENSINO/APRENDIZAGEM DA METACIÊNCIA

GUIÃO DA ENTREVISTA AOS ESTUDANTES

A entrevista que se irá realizar faz parte de um estudo mais abrangente que incluiu a formação desenvolvida na disciplina de IDEM e visa conhecer não só a sua opinião geral sobre o contributo da disciplina para a sua formação profissional e pessoal mas também a sua opinião relativamente aos princípios/orientações que considera fundamentais para o ensino e a aprendizagem das ciências (incluído na área de EM) dos alunos do 1º CEB.

Bloco I- Pertinência das aprendizagens em IDEM

1. Que interesse tiveram, para si, os conhecimentos e os processos de trabalho que estudou na disciplina de IDEM, na área das ciências da natureza? Justifique.
2. Que importância dá aos assuntos estudados em IDEM para a sua prática docente futura? Justifique.

Objetivo: Averiguar a importância atribuída ao ensino da metaciência no contexto do ensino/aprendizagem das ciências.

Bloco II- Ensino/aprendizagem da construção da ciência no 1º CEB

A. Ensino da construção da ciência

O modo como a ciência se constrói abrange diversas perspetivas que, ao longo das aulas de IDEM, fomos discutindo e analisando. Algumas dessas perspetivas podem ser mais ou menos valorizadas no processo de ensino/aprendizagem das ciências, no âmbito da disciplina de Estudo do Meio.

A. 1. Das opções seguintes, seleccione aquela com que mais se identifica:

1. De forma a compreenderem o modo como a ciência se constrói, é essencial que os alunos do 1º CEB desenvolvam capacidades investigativas que os cientistas habitualmente usam no seu trabalho: processos rigorosos e sistemáticos de observação e interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses testáveis através da experimentação, avaliação dos resultados obtidos...
2. De forma a compreenderem o modo como a ciência se constrói, é essencial que os alunos do 1º CEB aprendam que a ciência é uma área do conhecimento com características próprias: dinâmica; construída ao longo do tempo pelos cientistas que investigam a realidade procurando dar explicações científicas sobre questões “intrigantes”; influenciada pelas atitudes e comportamentos dos cientistas; e pelas interações da ciência, tecnologia e sociedade.
3. De forma a compreenderem o modo como a ciência se constrói, é essencial que os alunos do 1º CEB reconheçam as influências recíprocas do conhecimento científico e tecnológico com a sociedade, evidenciando: a discussão de controvérsias socio científicas atuais; e a valorização da informação científica, como condição necessária para a apreciação crítica do público sobre as ações que podem afetar a qualidade de vida no dia-a-dia.

Objetivo: Averiguar se o estudante possui regras de reconhecimento para o contexto de ensino/aprendizagem da metaciência no 1º CEB, atribuindo importância a um ensino que tenha em consideração o carácter multidimensional da ciência.

Qualquer que seja a opção (1, 2 ou 3) escolhida, a entrevista prossegue com a questão A. 2.

A. 2. Por que razão escolheu a opção 1 (ou 2 ou 3, conforme a resposta a A.1.)?

Objetivo: Averiguar se o estudante possui regras de realização passiva e confirmar se tem regras de reconhecimento para o contexto de ensino/aprendizagem da construção da ciência no 1º CEB.

Se, na questão A. 1., os estudantes selecionaram a opção adequada (opção 2) quer apresentem ou não uma justificação coerente com os princípios pedagógicos subjacentes ao texto a aprender, a entrevista segue para a questão. A. 4. Se, na questão A. 1., os estudantes selecionaram a opção parcialmente correta (opção 3) ou a opção incorreta (opção 1), a entrevista segue para a questão A. 3.

A. 3. De acordo com as perspetivas atuais do ensino das ciências, a opção mais aceite é a 2 (pode-se facultar essa opção à/ao estudante para que a leia novamente, se necessário). Qual a justificação que encontra para este facto?

Objetivo: Fornecer as regras de reconhecimento para o contexto em causa, nos casos em que os estudantes não revelaram possuir regras de reconhecimento ou revelaram possuir essas regras apenas em grau reduzido. Ao pedir uma justificação para que a opção 2 seja a mais aceite, pretende-se inferir se o estudante tem as regras de realização passiva.

Qualquer que seja a resposta, a entrevista prossegue para a questão A.4.

A. 4. Imagine que, ao ensinar ciências no 1º CEB, pretendia explorar com os seus alunos o processo de construção da ciência. Usando como exemplo um dos tópicos que já estudou e que domina bem do ponto de vista científico, como é que faria essa exploração?

(Dar um tempo para o estudante pensar no exemplo. A seguir reforçar a questão: como orientava o trabalho dos alunos?... O que é que os alunos tinham que fazer?)

Objetivo: Averiguar se o estudante detém regras de realização ativa, ao nível da argumentação, para a exploração da metaciência no ensino das ciências no 1º CEB.

Qualquer que seja a resposta, a entrevista segue para a parte B.

B. Posicionamento face ao ensino da construção da ciência no 1º CEB

Agora, gostaria de conhecer a sua posição sobre a importância de trabalhar com os alunos do 1º CEB aspetos relacionados com a construção da ciência e com a relação entre a ciência e o modo como ela se constrói.

B.1. Sente-se capaz de vir a usar esta abordagem nas suas aulas? Justifique.

Objetivo: Averiguar das disposições socio afetivas do estudante, em termos da confiança, para usar a referida abordagem na prática letiva.

Se a justificação da resposta for positiva, a entrevista segue para B.2.a). Se a justificação da negativa for do tipo “porque não sei/acho difícil”, a entrevista segue para B.2.b).

B. 2.a) E sendo capaz de o fazer, sente-se motivada/o para usar esta abordagem quando ensinar ciências aos seus futuros alunos do 1º CEB? Justifique.

B. 2.b) Mas se fosse capaz de o fazer, estaria motivada/o para usar esta abordagem quando ensinasse ciências aos seus futuros alunos do 1º CEB? Justifique.

Objetivo: Averiguar das disposições socio afetivas do estudante, em termos da motivação para o ensino explícito da metaciência.

Caso a resposta seja positiva, a entrevista prossegue com a questão B.3.a). Caso a resposta seja negativa e a justificção do tipo “porque não gosto/é muito trabalhoso”, a entrevista prossegue co a questão B.3.b).

B. 3.a) Para si, é relevante usar esta abordagem com os alunos do 1º CEB? Porquê?

B. 3.b) Independentemente do seu interesse e gosto pessoal por esta abordagem pensa que é relevante usá-la com os alunos do 1º CEB? Porquê?

Objetivo: Averiguar das disposições socio afetivas do estudante, em termos da valorização que é atribuída ao ensino da metaciência e da relação entre metaciência e ciência na prática letiva no 1º CEB.

FIM

impressão - encadernação - acabamento

repro
2000
centro de cópias

Campo Grande nº 380 - 3D - Loja 4
(rua Odette Saint-Maurice)

TELEF. 217 585 504
e-mail: repro2000@sapo.pt

