



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES,
SOCIALES Y DE LA MATEMÁTICA

TESE DE DOUTORAMENTO

**A PERSPETIVA CTSA NOS DOCUMENTOS OFICIAIS
CURRICULARES E NOS MANUAIS ESCOLARES DE CIÊNCIAS
DA EDUCAÇÃO BÁSICA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE
PORTUGAL E ESPANHA**

Presentada por
ISABEL MARÍLIA BORGES FERNANDES

para optar al grado de doctora por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:
Doctor Jaime Delgado Iglesias
Doutora Delmina Maria Pires

Valladolid, 2015

**A PERSPETIVA CTSA NOS DOCUMENTOS OFICIAIS
CURRICULARES E NOS MANUAIS ESCOLARES DE
CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA: ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE PORTUGAL E ESPANHA**

ISABEL MARÍLIA BORGES FERNANDES

Tese de doutoramento apresentada à Universidade de Valladolid para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de doutora.

Dirigida por:

Dr. Jaime Delgado Iglesias. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid – Facultad de Educación y Trabajo Social.

Dra. Delmina Maria Pires. Departamento de Ciências da Natureza. Instituto Politécnico de Bragança – Escola Superior de Educação.

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL

2015

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Jaime Delgado Iglesias (diretor da tese na Universidade de Valladolid), por toda a ajuda e apoio prestado. Por todos os seus conselhos e dedicação.

À Doutora Delmina Maria Pires (diretora da tese e tutora da minha estadia no Instituto Politécnico de Bragança – Escola Superior de Educação), por ter aceitado mais um desafio e ter acompanhado todo o meu percurso ao longo deste trabalho. Pela exigência, pelo rigor, por todos os seus conselhos e dedicação, por todo o apoio prestado e pela amizade.

À Doutora Rosa María Villamañán Olfos, por toda ajuda e apoio prestado.

À direção da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança, nomeadamente ao Professor António Ribeiro Alves, por facilitar a minha estadia e realização da investigação que conduziu à elaboração da tese de Doutoramento.

Aos meus pais e ao meu irmão por toda a compreensão e apoio incondicional.

RESUMO

É hoje amplamente reconhecido nacional e internacionalmente que a perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) constitui uma abordagem do ensino das Ciências capaz de desenvolver a literacia científica dos alunos, preparando-os para o exercício de uma cidadania ativa e consciente. Consideramos, por isso, que deve estar integrada nos Documentos Oficiais Curriculares do Ensino Básico (10-12 anos) que são reguladores da ação educativa e da atuação dos professores em sala de aula. Deve também ser integrada nos manuais escolares, enquanto recurso prioritário para os alunos e de consulta para os professores, que devem contemplar atividades/estratégias de ensino/aprendizagem e informação (discurso) concordantes com uma Educação em Ciências com orientação CTSA.

Este trabalho, em que se analisaram as Orientações Curriculares de Portugal e de Espanha e Manuais Escolares de Ciências dos dois países, contempla três fases. Na primeira fase da investigação analisaram-se, de forma comparativa, os Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha, para perceber se integravam a perspectiva CTSA e de que forma. Na segunda fase, analisaram-se manuais escolares portugueses e espanhóis de Ciências, do ensino básico (2º ciclo em Portugal; 3º ciclo em Espanha), cujos resultados foram comparados. Na terceira fase, analisou-se a continuidade/descontinuidade entre as indicações dos Documentos Oficiais e dos manuais escolares de Ciências de Portugal e de Espanha, no que respeita à perspectiva CTSA de ensino das Ciências.

O estudo é de natureza qualitativa e quantitativa, embora predomine a abordagem qualitativa. Foi utilizada como técnica de recolha de dados a análise documental. Recorreu-se a dois instrumentos de análise: instrumento de análise de Documentos Oficiais, baseado em Silva (2007) e Pereira (2012), e instrumento de análise de manuais escolares, baseado em Alves (2005), que foram adaptados às características da investigação.

Os resultados mostram que, apesar dos Documentos Oficiais Curriculares portugueses e espanhóis, evidenciam referências CTSA, quase todas explícitas e em número apreciável, relativamente às finalidades da Educação em Ciência, ou seja, *Porquê Ensinar Ciência*, no que diz respeito aos conhecimentos a ensinar, ou seja, *Que Ciência Ensinar* e aos procedimentos metodológicos, ou seja, *Como Ensinar Ciência*, essas referências são em menor número e não tão explícitas, nomeadamente ao nível do *Como Ensinar Ciência*. No caso dos Documentos Oficiais espanhóis, a situação é ainda mais preocupante. Quanto aos manuais escolares, a perspectiva CTSA está incorporada, quer nos manuais escolares portugueses, quer nos manuais escolares espanhóis, sendo mais relevante nos manuais portugueses, mas em ambos de forma insuficiente e não explorada nas suas potencialidades. Podemos dizer que se verifica alguma descontinuidade entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências dos dois países.

A revisão da literatura feita ao longo de todo o estudo, bem como os resultados obtidos, permite afirmar que a investigação representa um contributo para a Didática das Ciências alertando para a necessidade de se produzirem Documentos Oficiais Curriculares e manuais escolares de Ciências com orientação CTSA, que contribuam para a literacia científico-tecnológica de todos os alunos.

Palavras-chave: Documentos Oficiais Curriculares; Manuais escolares; Educação Básica; Perspetiva CTSA; Ensino das Ciências; Literacia científica.

ABSTRACT

It is now widely recognized national and internationally that perspective ESTS (Environment-Science-Technology-Society) is an approach to Sciences education able to develop the scientific literacy of students, preparing them for the exercise of an active and conscious citizenship. We consider, therefore, that it must be integrated into Official Curriculum Documents of Basic Education (10-12 years) who are regulators of educational activity and the performance of teachers in the classroom. It should also be integrated in school textbooks, as a priority resource for students and consultation for teachers, which should include activities/teaching/learning strategies and information (speech) consistent with a Science Education with ESTS orientation.

This work, which analyzed the Curriculum Guidelines of Portugal and Spain and Science textbooks of both countries, includes three phases. In the first phase of the research we analyzed, in a comparative manner, Official Curriculum Documents of Portugal and Spain, to realize they were part of the ESTS perspective and how. In the second phase, we analyzed Portuguese and Spanish textbooks of Sciences of basic education (2nd cycle in Portugal, 3rd cycle in Spain), whose results were compared. In the third phase, we analyzed the continuity/discontinuity between the directions of Official Documents and textbooks of Sciences of Portugal and Spain, with regard to perspective educational ESTS of Sciences.

The study is qualitative and quantitative in nature, but a qualitative approach predominates. It was used as a technique for collecting data for documental analysis. Two analytical tools have been used: Official Documents analysis tool, based on Silva (2007) and Pereira (2012), and analysis tool of textbooks, based on Alves (2005), which were adapted to the investigation of features.

The results show that, despite Portuguese and Spanish Official Curriculum Documents, evidencing ESTS references, almost all explicit and significant number, for the purposes of education in Science, that is *Why Teach Science*, with regard to knowledge to teach, that is *What Science Teaching*, and methodological procedures, that is *How to Teach Science*, these references are fewer and not as explicit, especially in terms of *How to Teach Science*. In case of Officials Spanish Documents, the situation is even more worrying. As for textbooks, the ESTS perspective is incorporated, either in the Portuguese and Spanish textbooks, it is more relevant in the Portuguese textbooks, although weakly in both and not exploited in its potential. We can say that it appears some discontinuity between Official Curriculum Documents and Sciences textbooks of the two countries.

The literature review made throughout the study, and the results obtained, to suggest that research is a contribution to the Didactics of Sciences warned of the need to produce Official Curriculum Documents and textbooks of Sciences with ESTS approach, contributing to the scientific and technological literacy for all students.

Key - words: Official Curriculum Documents, Textbooks, Basic Education, ESTS Perspective, Science Education, Scientific Literacy.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
APRESENTAÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	5
1.1 - Reptos e tendências atuais da Educação em Ciências	5
1.2 - Contextualização da investigação	11
1.3 - Justificação e importância da investigação	17
1.4 - Questões e objetivos da investigação	21
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
INTRODUÇÃO	25
2.1 - Educação CTSA e o ensino das Ciências	25
2.1.1 – Finalidades e potencialidades da Educação CTSA	28
2.1.2 - Literacia Científica: Principal meta da Educação CTSA	32
2.1.3 - Educação CTSA – Educação para a cidadania – Educação para o desenvolvimento sustentável.....	39
2.1.4 - Natureza da Ciência e da Tecnologia e suas interações com a Sociedade e o Ambiente	45
2.1.4.1 – Pertinência do enfoque de temas/conteúdos científicos	59
2.1.5 - Perspetivas, modelos e estratégias de ensino/aprendizagem.....	63
2.1.5.1 - Do Behaviorismo ao Construtivismo	63
2.1.5.1.1 – Do Construtivismo ao socio-construtivismo - Perspetiva de aprendizagem predominante na Educação em Ciências	67
2.1.5.2 - Modelos de ensino	72
2.1.5.3 - Estratégias de ensino/aprendizagem	80
2.1.6 - Obstáculos e dificuldades da implementação da Educação CTSA	85
2.2 - Currículo de cariz CTSA: Implicações para o Ensino das Ciências	88
2.2.1 - Reformas curriculares sucedidas em Portugal e em Espanha	90
2.2.2 - Abordagens e orientações curriculares CTSA	97
2.3 - O Manual escolar no processo de ensino/aprendizagem.....	105
2.3.1 - Enquadramento legal do manual escolar no processo educativo português e espanhol	105
2.3.2 - O manual escolar no processo ensino/aprendizagem e sua importância para uma Educação CTSA	109
2.3.3 - Relação entre o Discurso Pedagógico Oficial veiculado nos Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências: Ideias da teoria de Bernstein.....	120
2.3.2.1 - O manual escolar e a interpretação da mensagem dos Documentos Oficiais Curriculares de Ciências.....	124
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	127
INTRODUÇÃO	127

3.1 - Natureza da investigação	127
3.2 - Plano metodológico da investigação.....	130
3.3 - Técnica e instrumentos utilizados	134
3.3.1 - Análise documental	134
3.3.2 - Instrumento de análise de Documentos Oficiais Curriculares quanto à Perspetiva CTSA	136
3.3.3 - Instrumento de análise de manuais escolares de Ciências quanto à Perspetiva CTSA	143
3.3.4 – Validação e fiabilidade do estudo e dos instrumentos de análise	146
3.4 - Documentos Oficiais Curriculares (1ª fase do estudo) – Breve descrição e seleção de secções de análise	147
3.4.1 - Documentos Oficiais Portugueses.....	147
3.4.2 - Documentos Oficiais Espanhóis	149
3.5 – Manuais escolares envolvidos no estudo (2ª fase do estudo)	152
3.6 - Tratamento de dados	155
3.6.1 - Análise de conteúdo	155
3.6.2 - Procedimentos adotados no tratamento de dados	157
3.6.2.1 – Análise dos Documentos Oficiais portugueses e dos Documentos Oficiais espanhóis – Procedimentos adotados (1ª fase do estudo)	158
3.6.2.2 – Análise dos manuais escolares portugueses e espanhóis de Ciências – Procedimentos adotados (2ª fase do estudo)	161
3.6.2.3 – Relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares – Procedimentos adotados (3ª fase do estudo)	167
CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	173
INTRODUÇÃO	173
4.1 – Perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais portugueses e espanhóis (1ª fase do estudo).....	173
4.1.1 - Documentos Oficiais Portugueses.....	174
4.1.1.1 - Dimensão Finalidades.....	175
4.1.1.2 - Dimensão Conhecimentos	180
4.1.1.3 - Dimensão Procedimentos Metodológicos	186
4.1.2 - Documentos Oficiais Espanhóis	189
4.1.2.1 - Dimensão Finalidades.....	190
4.1.2.2 - Dimensão Conhecimentos	194
4.1.2.3 - Dimensão Procedimentos Metodológicos	199
4.1.3 – Síntese dos resultados - Comparação entre os Documentos Oficiais portugueses e os Documentos Oficiais espanhóis	202
4.2 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares de Ciências portuguesas e espanhóis (2ª fase do estudo)	212
4.2.1 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de Ciências de 5º ano	212
4.2.2 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de Ciências de 6º ano	219
4.2.2.1 – Natureza dos episódios (explícitos/implícitos) contemplados nos manuais escolares portugueses de 6ºano.....	224
4.2.2.1.1 - Análise do manual escolar 6ºMP1	224

4.2.2.1.2 - Análise do manual escolar 6ºMP2	233
4.2.2.1.3 - Análise do manual escolar 6ºMP3	238
4.2.2.1.4 - Análise do manual escolar 6ºMP4	241
4.2.2.1.5 - Análise do manual escolar 6ºMP5	244
4.2.2.1.6 - Análise do manual escolar 6ºMP6	246
4.2.2.1.7 - Síntese e discussão de resultados	253
4.2.3 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º e 6º ano	257
4.2.3.1 – Natureza dos episódios (explícitos/ implícitos) contemplados nos manuais escolares espanhóis de 5º/6º ano (3º Ciclo).....	261
4.2.3.1.1 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME1.....	262
4.2.3.1.2 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME2.....	270
4.2.3.1.3 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME3.....	279
4.2.3.1.4 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME4.....	281
4.2.3.1.5 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME5.....	286
4.2.3.1.6 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME6.....	289
4.2.3.1.7 - Síntese e discussão de resultados	294
4.2.4 - Síntese e discussão global de resultados – Comparação entre os manuais escolares portugueses e os manuais escolares espanhóis.....	299
4.3 – Relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Portugal e de Espanha - Principais semelhanças e diferenças (3ª fase do estudo) .	309
4.3.1. Relação entre a Dimensão Finalidades do IA/DOC e as Dimensões A e B do IA/ME	309
4.3.2. Relação entre a Dimensão Conhecimentos do IA/DOC e a Dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.....	312
4.3.3. Relação entre a Dimensão Procedimentos Metodológicos do IA/DOC e a Dimensão B (Atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME	323
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES.....	327
INTRODUÇÃO	327
5.1 - Principais conclusões.....	327
5.1.1 – Perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais portugueses e espanhóis (1ª fase do estudo).....	328
5.1.2 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares de Ciências portuguesas e espanholas (2ª fase do estudo)	331
5.1.3 – Relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares, em Portugal e em Espanha (3ª fase do estudo)	333
5.1.4. Síntese das principais conclusões.....	336
5.2 – Implicações e contributos do estudo	338
5.3 - Sugestões para futuras investigações	342
5.4 – Limitações do estudo	344
AMPLO RESUMO DA TESE EM CASTELHANO	347

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	543
ANEXOS	567
ANEXO A: Versão Portuguesa do VOSTS (adaptado de Canavarro, 2000).....	567
ANEXO B: Temas, subtemas e itens do questionário COCTS (adaptado de Vázquez, A., Acevedo, J.A., Manassero, M.A. & Acevedo-Romero, 2006; Filho, Maciel, Sepini & Vázquez, 2013).	568
ANEXO C: Organização dos conteúdos científicos do terceiro ciclo da Educação Primária segundo o Decreto 40/2007 (Currículo da Educação Primária, Comunidade de Castilla e León).....	570
ANEXO D: Identificação dos conteúdos científicos portugueses (2º Ciclo) e dos conteúdos científicos espanhóis (3º Ciclo).....	573
ANEXO E: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador, contemplados nos manuais escolares de Ciências portuguesas de 5º/6ºano.....	575

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Níveis correspondentes entre o sistema educativo português e espanhol.	16
Tabela 2: Aspetos caracterizadores de cada uma das dimensões da Prática Tecnológica e da Prática Científica (adaptado de Acevedo-Díaz, 2006).....	54
Tabela 3: Modelos de relações entre a Ciência e a Tecnologia (adaptado de Acevedo, 2006).....	55
Tabela 4: Categorias de relevância para os conteúdos de Ciências (fonte: Aikenhead, 2009).....	101
Tabela 5: Critérios a considerar na construção de materiais curriculares CTSA (Adaptado de Waks, 1992, citado por Santos, 2001a).....	117
Tabela 6: Relação entre as questões/objetivos de investigação e os instrumentos/etapas de recolha e tratamento de dados aplicados nas três fases de investigação.....	136
Tabela 7: Instrumento de análise de Documentos Oficiais quanto à Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)	142
Tabela 8: Instrumento de análise de manuais escolares de Ciências quanto à Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)	145
Tabela 9: Manuais escolares portugueses de Ciências, do 5ºano de escolaridade, selecionados para o estudo.	153
Tabela 10: Manuais escolares portugueses de Ciências, do 6ºano de escolaridade, selecionados para o estudo.	153
Tabela 11: Manuais escolares portugueses de Ciências, do 5º e 6ºanos (2ºCiclo), selecionados para o estudo e respetiva identificação.....	153
Tabela 12: Manuais escolares portugueses de Ciências, do 5º e 6ºanos (2ºCiclo), selecionados para o estudo.	154
Tabela 13: Manuais escolares espanhóis de Ciências do 5º e 6º ano (3º Ciclo) envolvidos na comparação de resultados.....	155
Tabela 14: Incorporação da perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP).	174
Tabela 15: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Finalidades - DOP.	176
Tabela 16: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Conhecimentos – DOP.	180
Tabela 17: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Procedimentos Metodológicos - DOP	186
Tabela 18: Incorporação da perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE).	189
Tabela 19: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Finalidades - DOE.....	190
Tabela 20: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Conhecimentos - DOE.	195

Tabela 21: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Procedimentos Metodológicos – DOE.....	200
Tabela 22: Comparação do número de episódios por dimensão, nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP) e nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE).....	202
Tabela 23: Número de episódios explícitos e implícitos, por parâmetro/indicador, contemplados nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP) e nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE).....	211
Tabela 24: Incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de 5º ano.	212
Tabela 25: Número de episódios por dimensão nos manuais escolares portugueses de 5ºano.	214
Tabela 26: Episódios explícitos e implícitos por indicador, contemplados nos manuais escolares portugueses de 5ºano (Fernandes, 2011).	218
Tabela 27: Incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de 6º ano.	220
Tabela 28: Número de episódios por dimensão nos manuais escolares portugueses de 6ºano.	221
Tabela 29: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/dimensão, identificados nos manuais escolares portugueses de Ciências, do 6º ano	255
Tabela 30: Incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º e 6º ano (3ºCiclo).....	258
Tabela 31: Número de episódios por dimensão nos manuais escolares espanhóis de 5º/6º ano.	259
Tabela 32: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador, contemplados nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º/6º ano.....	297
Tabela 33: Incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses (MEP) e nos manuais escolares espanhóis (MEE).....	299
Tabela 34: Número de episódios por dimensão nos manuais escolares portugueses e espanhóis de 5º/6ºano.	300
Tabela 35: Episódios explícitos (E) e implícitos (I), por indicador, contemplados nos manuais escolares portugueses (MEP) e nos espanhóis (MME).....	308
Tabela 36: Relação entre a dimensão Finalidades do IA/DOC e as dimensões A (Discurso/informação facultada) e B (Atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME.	310
Tabela 37: Relação entre dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P1- Pertinência do enfoque de temas/conteúdos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.....	313
Tabela 38: Relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P2 - Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.....	315

Tabela 39: Relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P3 - Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME	318
Tabela 40: Relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P4 - Diversidade de temas/conteúdos científicos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.....	319
Tabela 41: Relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P5 - Natureza do conhecimento científico-tecnológico) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultado) do IA/ME.....	321
Tabela 42: Relação entre a dimensão Procedimentos Metodológicos (Parâmetro PM.P.1 - Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino) do IA/DOC e a dimensão B (Atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME	324

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema Geral do Estudo	4
Figura 2: Esquema geral das relações que se pretendem analisar.	23
Figura 3: Quadro epistemológico que evidencia o papel da literacia científica na Educação para o Desenvolvimento Sustentável (fonte: Correia et al., 2010).	43
Figura 4: Dimensões da Prática Tecnológica (adaptado de Acevedo, 2006)	53
Figura 5: Dimensões da Prática Científica (adaptado de Acevedo, 2006).	53
Figura 6: Modelo do discurso pedagógico de Bernstein (1986, 2000; Adaptado por Morais & Neves, 2007)	122
Figura 7: Relações que se estabelecem entre os contextos educativos ao nível do discurso pedagógico (fonte: Neves & Morais, 2006).	125
Figura 8: Plano geral metodológico da investigação.....	130
Figura 9: Diagrama representativo das relações que se estabelecem entre as várias dimensões, parâmetros e indicadores do instrumento de análise dos Documentos Oficiais Curriculares.....	139
Figura 10: Diagrama representativo das relações entre as dimensões, parâmetros e indicadores dos dois instrumentos de análise, dos DOC e dos ME.....	168
Figura 11: Correspondência entre a dimensão Finalidades do IA/DOC e a dimensão A (discurso/informação facultada) e dimensão B (atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME.....	169
Figura 12: Correspondência entre a dimensão Conhecimentos do IA/DOC e a dimensão A (discurso/informação facultada) do IA/ME.	171
Figura 13: Correspondência entre a dimensão Procedimentos Metodológicos do IA/DOC e a dimensão B (Atividades de Ensino/Aprendizagem) do IA/ME.....	172
Figura 14: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão (Finalidades (F), Conhecimentos (C) e Procedimentos Metodológicos (PM)), nos DOP e nos DOE	204
Figura 15: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão Finalidades, nos DOP e nos DOE.....	205
Figura 16: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão Conhecimentos, nos DOP e nos DOE.	206
Figura 17: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão Procedimentos Metodológicos nos DOP e nos DOE.	209
Figura 18: Número de indicadores por dimensão (A e B) identificados nos manuais escolares portugueses de 5ºano de Ciências.	214
Figura 19: Número de episódios explícitos e implícitos nos manuais escolares portugueses de 5ºano de Ciências.....	216
Figura 20: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão nos manuais escolares portugueses de 5º ano de Ciências.	217
Figura 21: Número de indicadores por dimensão (A e B) identificados nos manuais escolares portugueses de 6ºano de Ciências.	222

Figura 22: Número de episódios explícitos e implícitos nos manuais escolares portugueses de 6º ano de Ciências.....	253
Figura 23: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão nos manuais portugueses 6ºano de Ciências.....	254
Figura 24: Número de indicadores por dimensão (A e B) identificados nos manuais escolares espanhóis de 5º/6ºano de Ciências.	260
Figura 25: Número de episódios explícitos e implícitos identificados nos manuais escolares espanhóis de 5º/6ºano de Ciências.	294
Figura 26: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão nos manuais escolares espanhóis de 5º/6ºano de Ciências.	296
Figura 27: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão, A (discurso/informação facultada) e B (Atividades de ensino/aprendizagem propostas), nos manuais escolares portugueses (MEP) e nos manuais escolares espanhóis (MEE).	302
Figura 28: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão A (Discurso/informação facultada), nos MEP e nos MEE.....	303
Figura 29: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão B (Atividades de ensino/aprendizagem), nos MEP e nos MEE	306

APRESENTAÇÃO

Assistimos a uma crescente evolução da Ciência e da Tecnologia e à influência direta, e contínua transformação, que estas exercem na Sociedade e o no Ambiente. Devido aos avanços científicos e à necessidade constante de novos produtos tecnológicos, que se têm instaurado na nossa Sociedade, é imprescindível formar cidadãos cientificamente cultos que, para além de conhecimento científico-tecnológico, possuam pensamento crítico, capacidade de resolução de problemas e sejam autónomos. Ou seja, cidadãos portadores de um conjunto de competências que os ajudem a integrar-se na Sociedade em que vivem e os tornem capazes de tomar decisões conscientes e informadas acerca do mundo em que estão inseridos, cada vez mais complexo e repleto de inovações.

A Educação em Ciências com orientação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), na medida em que preconiza uma abordagem contextualizada da Ciência e dos temas científicos atuais, bem como a sua interligação com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente por forma a dar uma imagem real da Ciência e com aplicabilidade no quotidiano, pode desenvolver a desejada literacia científica dos alunos. Por esta razão, deve estar integrada nos Documentos Oficiais Curriculares, que são reguladores da ação educativa, e nos manuais escolares de Ciências que igualmente regulam a ação educativa, ainda que se destinam preferencialmente aos alunos.

O reconhecimento da importância da Educação em Ciências com orientação CTSA aliado à preocupação em saber como esta perspetiva é abordada pelas orientações curriculares dos Documentos Oficiais e pelos manuais escolares de Ciências do Ensino Básico serviram de ponto de partida para este estudo.

Este reconhecimento acentuou-se pelo trabalho desenvolvido pela autora numa investigação anterior (Fernandes, 2011) acerca da incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de Ciências de 5ºano do Ensino Básico, cujos resultados obtidos despertaram um interesse crescente pelo tema e a necessidade de aprofundar e ampliar a investigação.

Tendo conhecimento que em Espanha o movimento CTSA está amplamente divulgado, procurou-se dar seguimento a uma investigação de doutoramento cujo objetivo foi perceber de que forma a perspetiva CTSA é contemplada nas orientações

curriculares dos Documentos Oficiais e nos manuais escolares de Portugal e de Espanha.

O estudo que apresentamos, de natureza essencialmente qualitativa, está organizado em cinco capítulos cuja breve referência a seguir se apresenta:

No **Capítulo 1 – Introdução** – faz-se uma abordagem geral do estudo acerca dos reptos e tendências atuais da Educação em Ciências com orientação CTSA promotora de literacia científica. Segue-se a justificação da importância do estudo e a sua finalidade e identificam-se as questões de investigação bem como os objetivos que orientaram a recolha e a análise de dados.

No **Capítulo 2 - Fundamentação teórica** - estabelece-se o quadro teórico que orientou o desenvolvimento da investigação, através de três secções de revisão de literatura, considerada relevante no âmbito da Educação CTSA. Na primeira secção abordam-se aspetos relacionados com a Educação CTSA enfatizando-se o papel das inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) para promover a literacia científica. Na segunda são relatadas as recentes reformas educativas curriculares que ocorreram em Portugal e em Espanha e as suas implicações para o ensino das Ciências, salientando-se a importância das abordagens e orientações curriculares CTSA. Na terceira situa-se o manual escolar no sistema educativo português e espanhol relativamente ao seu enquadramento legal, destacando-se a sua importância no processo de ensino/aprendizagem para uma educação.

No **Capítulo 3 – Metodologia** – abordam-se os procedimentos metodológicos em seis secções. Na primeira secção descreve-se a natureza da investigação que orientou o estudo. Na segunda refere-se o plano geral metodológico da investigação. Na terceira apresenta-se a técnica e os instrumentos de investigação aplicados na recolha de dados. Na quarta é feita uma breve descrição acerca dos Documentos Oficiais analisados (1ª fase do estudo, ver figura 1). Na quinta referem-se os manuais escolares envolvidos no estudo (2ª fase do estudo, ver figura 1). Por fim, na sexta e última secção apresenta-se o processo de recolha e tratamento de dados

No **Capítulo 4 – Apresentação e discussão dos resultados** – debatem-se os dados obtidos em três secções (correspondentes, respetivamente, à 1ª, 2ª e 3ª fase do estudo (ver figura 1). Na primeira discutem-se os resultados da análise dos Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha relativamente à perspectiva CTSA. Na segunda apresentam-se, discutem-se e comparam-se os resultados obtidos com a análise efetuada aos manuais escolares portugueses e espanhóis de Ciências, segundo esta

perspetiva. Cada uma destas secções termina com uma síntese e análise global na qual se apresentam e discutem, de forma comparativa, os resultados obtidos em cada fase. Na terceira secção relacionam-se as orientações emanadas dos Documentos Oficiais Curriculares com os manuais escolares de Ciências, relativamente à perspetiva CTSA.

No **Capítulo 5 – Conclusões** - apresentam-se as principais conclusões. Também se apontam as implicações e considerações que levantam questões para futuras investigações, bem como se discutem algumas limitações do estudo.

O estudo termina com as referências bibliográficas e os anexos considerados mais relevantes.

O esquema que se apresenta na página seguinte (figura 1) ilustra a estrutura geral do estudo desenvolvido.

A perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências da Educação Básica: estudo comparativo entre Portugal e Espanha

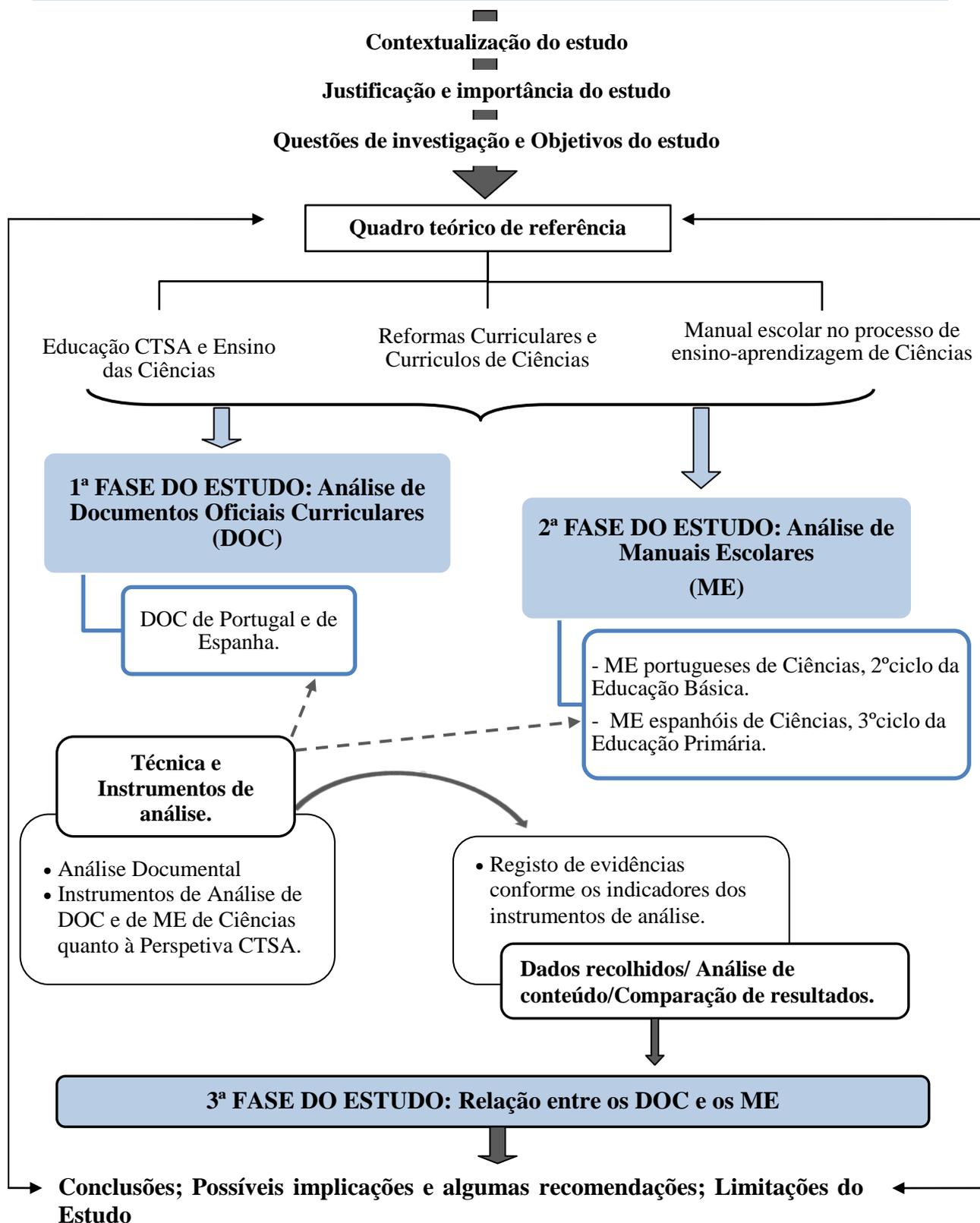


Figura 1: Esquema Geral do Estudo

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Reptos e tendências atuais da Educação em Ciências

Vivemos num mundo cada vez mais dependente do conhecimento científico e tecnológico que transforma e influencia o nosso modo de vida pessoal, social e profissional e também a educação, nomeadamente, a Educação em Ciências.

É incontestável que o desenvolvimento científico e tecnológico tem estado na origem de mudanças sociais, culturais, ambientais, económicas e políticas que condicionam o modo de vida em Sociedade e conduzem a novas formas de pensar a educação e, em particular, a Educação em Ciências. A quantidade de informação disponível e a sua constante evolução, bem como a necessidade de participação ativa dos cidadãos na toma de decisões, acarreta-lhes novas exigências e responsabilidades, tais como a capacidade de atualização permanente e de decisão informada e esclarecedora. Ou seja, são as necessidades da própria Sociedade que exigem uma formação de cidadãos conscientes dos problemas com que a Humanidade se depara e que obrigam a decisões individuais e coletivas fundamentadas bem como à consciencialização da atividade humana para um desenvolvimento sustentável (Gil-Pérez, Vilches & Oliva, 2005; Martins, 2010; Paixão & Cachapuz, 1999).

Por um lado, o desenvolvimento científico e tecnológico permitiu uma melhoria da qualidade de vida das pessoas mas, por outro lado, levantou questões relacionadas com problemas ambientais e desastres ecológicos que põem em risco a sustentabilidade planetária. Sendo assim, a Educação em Ciências não pode ficar alheia a esta realidade assumindo um papel muito importante, pois trata-se de contribuir para que os cidadãos compreendam melhor o mundo, não apenas acerca das vantagens e benefícios do desenvolvimento científico-tecnológico, mas também das suas limitações, implicações e consequências, tanto para a Sociedade como para Ambiente.

Os avanços científico-tecnológicos e as mudanças sociais, culturais, ambientais, etc., que marcaram profundas mudanças na Sociedade atual, repercutiram-se no ensino das Ciências que tem sido influenciado pelos mais variados contextos sociais, políticos, económicos, culturais, religiosos, tecnológicos, ambientais, entre outros, e que é reconhecido como área essencial na formação dos cidadãos da Sociedade atual

(Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007, 2009; Santos & Mortimer, 2002; Santos, 2006; Sutil, Bartoletto, Carvalho & Carvalho, 2008; Vieira, 2007).

Trata-se então, e acima de tudo, de promover a formação de indivíduos cientificamente literatos, ou seja, cidadãos que dominem conhecimento científico e tecnológico, mas que sejam capazes de compreender o mundo que os rodeia, de fazer escolhas responsáveis e informadas permitindo-lhes enfrentar as mudanças e as exigências da Sociedade atual de forma autónoma e responsável. Assim, a grande meta educativa do ensino das Ciências segundo a perspectiva CTSA é o desenvolvimento da literacia científica dos alunos.

Embora haja diversas definições e interpretações do conceito de literacia científica (Aikenhead, 2009; DeBoer, 2000 citado por Vieira, 2007; Fernandes, Pires & Villamanán, 2014; León, Colón & Alvarado, 2013; Terneiro-Vieira & Vieira, 2012a; Torres, 2012; entre outros), é possível encontrar aspetos comuns na sua definição, os quais também partilhamos, entendendo-a essencialmente, como domínio de conhecimento científico e a capacidade de pensamento crítico sobre uma determinada situação, bem como a capacidade de aplicar o conhecimento para resolver problemas/situações novas. Serão estas competências/capacidades que constituem a base de uma cidadania democrática, que favorece a participação de todos os cidadãos em debates sobre o papel da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente e na tomada de decisões, e são a grande meta da Educação em Ciências que, para ser conseguidas, necessitam que sejam abordadas a natureza da Ciência, a atividade científica e as inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (dada a relevância do conceito de literacia científica, o mesmo é explorado de forma mais pormenorizada na secção 1.2 do capítulo 2).

A este respeito o documento da Conferência Mundial sobre Ciência para o Século XXI declara que:

Hoje, mais do que nunca, a ciência e as suas aplicações são indispensáveis para o desenvolvimento. Os governos, a todos os níveis, e o sector privado, devem garantir apoio suplementar à construção de uma capacidade tecnológica e científica adequada e bem partilhada através de programas de educação e de investigação apropriados, como um fundamento indispensável do desenvolvimento económico, social, cultural e ambiental saudável. (...) Mais do que nunca é necessário desenvolver e expandir uma alfabetização científica de base em todas as culturas e sectores da sociedade, assim como a capacidade de raciocínio e competências práticas, e uma sensibilidade para os valores éticos, de modo a melhorar a participação pública na tomada de decisões

relacionadas com a aplicação do novo conhecimento (UNESCO/ICSU, 1999, p. 7).

De acordo com a UNESCO/ICSU, 1999, o principal desafio no século XXI para a Educação em Ciências consiste na formação de cidadãos capazes de utilizar de forma consciente o conhecimento científico. Nessa conformidade, dadas as preocupações que começaram a surgir com a crise planetária, a UNESCO (2005) proclamou a década de 2005-2014 como “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável” com o objetivo global de “integrar os valores inerentes ao desenvolvimento sustentável em todos os aspetos da aprendizagem com o intuito de fomentar mudanças de comportamento que permitam criar uma sociedade sustentável e mais justa para todos” (p. 17), considerado este como um dos objetivos mais urgentes e críticos para o futuro da humanidade.

Este desafio, que se coloca à Educação em Ciências, a necessidade de alfabetizar cientificamente todos os cidadãos, preparando-os para tomar decisões e intervir responsabilmente na Sociedade em que vivem (Praia & Vilches, 2007) e ajudando-os a construir novos significados sobre fenómenos e situações que lhes são familiares, partindo dos problemas do dia-a-dia e explorando através deles o conhecimento Científico e Tecnológico (Acevedo, 2004; Membiela, 2001), tem sido reconhecido por várias organizações internacionais que ao defenderem um novo rumo para a Educação geraram um movimento educacional que assenta em pressupostos como *Scientific Literacy / Literacia Científica* (EUA), *Public Understanding of Science / Compreensão Pública da Ciência* (originário e comum no Reino Unido, países anglo-saxónicos), *Alfabetização Científica* (países francófonos, nomeadamente, em Portugal, Brasil e Espanha), *Cultura Científica* (países francófonos e outros europeus e organismos como a UNESCO).

Recomendações para o ensino das Ciências, tendo como meta a literacia científica dos alunos, estão expressas em várias organizações internacionais prestigiadas como a UNESCO (1990, 1994), o Conselho Internacional para a Ciência (UNESCO-ICSU, 1999, a, b) e a Organização dos Estados Ibero-americanos (OEI, 2001), bem como em várias associações profissionais e documentos importantes, como por exemplo, a *Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1990, 1993), a *International Technology Education Association* (ITEA, 2000), a *Science for all*

Americans (Rutherford & Ahlgren, 1990), e a *National Science Teachers Association* (1991).

Neste contexto, dada a necessidade de promover a literacia científica, impõe-se uma Educação em Ciências para todos os cidadãos (Marco-Stieffel, 2000; Martins, Teixeira, Tenreiro-Vieira, Vieira, Rodrigues, Couceiro, & Pereira, 2009; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011) que melhore a sua participação na adoção de medidas conscientes e informadas face à aplicação do conhecimento científico e tecnológico em situações de contexto real. Trata-se de promover uma Educação em Ciências de cariz mais cultural, humanista e cívico, marcada pela cidadania crítica e responsabilidade social, por oposição a um ensino das Ciências descontextualizado (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2012a).

É neste sentido que tem sido amplamente advogada uma educação científica que valorize o quotidiano para um ensino contextualizado da Ciência, enfatizando as suas inter-relações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, de modo a desenvolver um conjunto de capacidades, competências e conhecimentos uteis na tomada de decisão e na resolução de problemas socio-ambientais com uma componente científico-tecnológica (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2012a; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011). Este tipo de orientação para a Educação em Ciências é conhecido internacionalmente como orientação/movimento/perspetiva/dimensão/estudos/educação CTS (*STS – Science-Technology-Society*).

A orientação CTS é um movimento internacional para o ensino das Ciências que se tem desenvolvido particularmente nas últimas décadas nos países ocidentais. Desde 2000, têm vindo a realizar-se bianualmente na Península Ibérica e no continente Ibero-americano, os seminários Ibérico-americanos Ciência-Tecnologia-Sociedade do Ensino das Ciências (Aveiro, 2000; Valladolid, 2002; Aveiro, 2004; Málaga, 2006; Aveiro, 2008; Brasília, 2010; Madrid, 2012; Bogotá, 2014), durante os quais se evidencia o papel que a Ciência e a Tecnologia têm na Sociedade (e no Ambiente) do século XXI, bem como a forma como este é abordado no processo de ensino. A realização destes seminários tem tido como grande finalidade a apresentação e discussão de trabalhos de investigação em Educação em Ciências em contextos CTS contribuindo para a educação de uma cidadania ativa e consciente e para a alfabetização científica e tecnológica dos alunos.

Autores como Fontes e Silva (2004) e Vieira et al. (2011) mencionam que os grandes objetivos do movimento CTS são: i) motivar os alunos para a aprendizagem da

Ciência, tornando-a mais atraente, humanizada, mais próxima dos cidadãos, alargando-a para além da escola; ii) desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual dos alunos; iii) esbater fronteiras entre a Ciência e outras formas de conhecimento promovendo uma visão social da Ciência como atividade coletiva, não elitista; iv) analisar aspetos políticos, económicos, éticos e sociais da Ciência e da Tecnologia, como contributo para uma melhor formação científica dos alunos; e v) promover a alfabetização científica e tecnológica de todos de modo a poderem exigir dos diferentes poderes (político, militar, económico, religioso) decisões fundamentadas e eticamente responsáveis.

Os estudos CTS procuram compreender a dimensão social da Ciência e da Tecnologia, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou económica que influenciam a mudança científico-tecnológica, como no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança. São essenciais para a compreensão pública da Ciência, para uma cidadania ativa e para desenvolver uma visão holística e integradora da Ciência (Aikenhead, 2009; Bazzo et al., 2003; Palacios, Galbarte, López-Cerezo, Luján, Gordillo, Osório & Valdés, 2001; Solbes & Vilches, 2002). Estes estudos pretendem constituir-se como uma aposta para uma educação científica orientada para a cidadania (Vilches & Gil-Pérez, 2010b) promovendo a responsabilidade social na tomada de decisões coletivas relacionadas com a Ciência e a Tecnologia (Aikenhead, 2009), quer se trate de aspetos positivos, quer se trate de aspetos negativos.

Esta é uma visão humanista da Educação em Ciências que valoriza o papel que a Ciência e a Tecnologia desempenham nas nossas vidas e que privilegia a abordagem de temas que mobilizam “saberes específicos do domínio científico em questão, princípios da tecnologia associada e impactes de ordem social, económica e ética” (Martins, 2010, p. 1).

Entre as finalidades do movimento CTS, encontra-se a necessidade de desenvolver a conceção de Ciência e da Tecnologia associada a fatores socio-ambientais e culturais. Neste sentido, alguns pesquisadores defendem uma abordagem CTS que tenha em consideração os aspetos ambientais relacionados com Ciência e a Tecnologia (Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005), pois consideram que a sustentabilidade e as questões éticas e morais são necessárias para a compreensão da Ciência.

Para Zeidler e Keefer (2003), a incorporação do conceito de Ambiente tende a tornar mais explícitas as conexões existentes entre as dimensões da Ciência e outros

campos do saber social, cultural, económico e político e, por isso, alguns autores começaram a incorporar ao enfoque CTS as questões ambientais, passando a utilizar a sigla CTSA (Vasconcellos & Santos, 2008). Assim sendo, a abordagem CTSA pode contribuir para uma imagem mais completa e contextualizada da Ciência (Solbes, 2009) e pressupõe considerar o entendimento de questões ambientais, qualidade de vida, economia, aspetos relacionados com as vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia, assim como as discussões sobre opiniões e valores, implicando uma ação democrática e uma educação para uma cidadania consciente, responsável e informada. Esta abordagem é considerada como resposta à situação de emergência planetária com contributos para uma nova ordem socio-ambiental para se assentarem as bases de um futuro sustentável (Vilches & Gil-Pérez, 2010a, 2010b).

Em concordância com os autores anteriormente referenciados, e tendo em conta as implicações da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente, e vice-versa, optámos pela designação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), por considerarmos que melhor evidencia a questão ambiental, cuja temática se torna cada vez mais importante com o agravamento da degradação do Ambiente. Além disso, sendo este estudo realizado com documentos orientadores da ação educativa ao nível do Ensino Básico e, por conseguinte, dirigido a professores e alunos da Educação básica, parece-nos fazer todo o sentido falar de forma explícita em Ambiente, uma vez que está diretamente associado ao quotidiano dos alunos desta faixa etária e ao Programa de Ciências do Ensino Básico, contextualizando, ainda, de forma mais concreta e evidente o ensino das Ciências.

Nesta linha de pensamento, e em consonância com os desafios colocados à Educação em Ciências, no sentido de promover a educação para uma cidadania ativa e responsável, e de formar cidadãos capazes de pensar e agir sobre questões relacionadas com a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e Ambiente, nomeadamente as que lhes afetem a qualidade de vida, a Educação CTSA deve permitir a todos os indivíduos um melhor conhecimento da Ciência e das suas inter-relações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, conhecimento este que deve estar embebido de pensamento crítico (Vieira & Martins, 2004, citados por Magalhães & Terneiro-Vieira, 2006) e não deve pôr à margem as interações que se estabelecem entre a Ciência, a Sociedade, a Tecnologia e o Ambiente. Pelo contrário, deve ser dada a devida atenção a esta abordagem de ensino das Ciências pois promove o desenvolvimento cognitivo dos alunos, potencia o elevado nível conceptual e desenvolve a capacidade de transferir

conhecimento para outras situações e áreas do saber, em suma, promove a literacia científica nos alunos.

A Educação em Ciências com orientação CTSA, capaz de proporcionar uma visão contextualizada, integradora e abrangente da Ciência e da Tecnologia, é uma das tendências mais atuais do ensino das Ciências capaz de desenvolver nos alunos capacidades de elevado nível de abstração que lhes permitam envolver-se criticamente com a Ciência do seu dia-a-dia (Osborne, 2011; Osborne & Dillon, 2008), promovendo-lhes o gosto e interesse pela Ciência e ajudando-os a melhorar o espírito crítico, o pensamento lógico e a tomada de decisões melhor fundamentadas em benefício de uma Sociedade e Ambiente de melhor qualidade.

Neste cenário, a Educação em Ciências deve ter em consideração a compreensão das relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, bem como, a promoção, pelos alunos, de capacidades de pensamento crítico, necessárias na tomada de decisão e na resolução de problemas a nível pessoal, profissional e social (Magalhães & Terneiro-Vieira, 2006; Tenreiro-Vieira & Vieira, 2012). Ou seja, a Educação Científica assume um papel fundamental na formação dos indivíduos devendo realizar-se segundo uma perspetiva integrada, explorando a relação entre o conhecimento científico e a Tecnologia a que dá origem, bem como, os impactos desta, uns positivos e outros negativos, na Sociedade e no Ambiente, de modo a formar cidadãos informados, capazes de participar em debates científicos, atentos às causas e às consequências inerentes ao conhecimento, bem como à sua aplicação no quotidiano. Desta forma, um dos principais objetivos do ensino das Ciências deve ser formar indivíduos capazes de apreciar o papel da Ciência e da Tecnologia na Sociedade/Ambiente e vice-versa, de modo a que as suas decisões no dia-a-dia sejam responsáveis, conscientes e informadas (Fernandes, 2011).

1.2 - Contextualização da investigação

Em consonância com os desafios educacionais do século XXI, e no sentido de formar cidadãos cientificamente literatos e socialmente responsáveis e envolvidos à Educação em Ciências, nos últimos anos, têm-se colocado grandes e variados retos, como dissemos anteriormente, que a levaram a sofrer consideráveis alterações com repercussões no ensino das Ciências que é visto e recomendado como *Ciência para*

todos, Compreensão pública da Ciência, Alfabetização científica e tecnológica e Educação em Ciências com orientação CTSA.

Fortalecendo esta ideia, autores como Almeida (2007), Aikenhead (2005, 2009), Caamaño e Martins (2005), Cachapuz, Praia e Jorge (2000), Gil-Pérez (1998), Martín-Gordillo (2005), Membiela (2001), Osborne (2011), Pires (2010), Solbes (2009), Tenreiro-Vieira e Vieira (2012a, b), entre outros, defendem a Educação CTSA por apresentar: i) melhorias significativas na compreensão e no uso de capacidades processuais, na utilização de pensamento crítico e criativo e na transferência de ideias e capacidades científicas para situações novas; ii) melhorias significativas por parte dos alunos da compreensão da natureza da Ciência; e iii) melhorias significativas do interesse dos alunos pela aprendizagem da Ciência e na adoção de atitudes mais positivas perante a Ciência.

Para isso, deve-se, nomeadamente: i) dar prioridade à aprendizagem de conceitos que sejam relevantes para as necessidades dos alunos, para o progresso social e para o bem comum, centrando o ensino em temas socialmente relevantes e controversos; ii) promover a aprendizagem dos conceitos científicos a partir de exemplos do dia-a-dia, ligando o conhecimento científico ao conhecimento do quotidiano, tornando a ciência mais motivante e mais útil (valorização do quotidiano para um ensino contextualizado; aprendizagem do mundo atual); iii) valorizar os aspetos epistemológicos e sociológicos da construção da Ciência (evidenciando a persistência e formas de trabalho de diferentes cientistas bem como os seus êxitos e fracassos, a influência da Sociedade sobre a Ciência...) e iv) criar possibilidades ao aluno para confrontar as explicações científicas com as do senso comum (Fernandes & Pires, 2011, 2012, 2013; Pires, 2010).

Esta forma de abordar os conteúdos de Ciências, que designamos como *Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente* (CTSA) no ensino das Ciências, é permite uma aprendizagem dos conceitos e das teorias mais aproximada da realidade, promovendo uma formação mais global do indivíduo, de forma a facilitar a melhoria da qualidade de vida (Solbes, 2009). Além disso, contribui para o desenvolvimento das competências gerais e transversais que devem ser apanágio de todos os cidadãos. Trata-se de um forte instrumento para a efetiva renovação das práticas do Ensino Básico que desperta a motivação da criança e permite o desenvolvimento de melhores níveis de compreensão e conhecimento acerca do meio que a rodeia. É também um contexto privilegiado para o desenvolvimento das capacidades de comunicação e interação social, para a socialização da criança com os outros e com o meio, permitindo formar

cidadãos capazes de enfrentar o mundo sócio-tecnológico em mudança, tornando-os capazes de tomar decisões individuais e sociais adaptadas às mudanças do mundo moderno (Fernandes, 2011). No caso da Educação Básica torna-se ainda mais importante desenvolver estas competências porque elas são a base de formação de cidadãos informados, além de que, é nos primeiros anos de escolaridade que mais facilmente os alunos se interessam pelas questões sociais e ambientais, e sendo nós professoras do Ensino Básico, interessam-nos particularmente este nível de ensino.

Contudo, apesar das recomendações feitas ao nível do Ensino das Ciências, no sentido de promover a literacia científica nos alunos como meta para a educação científica, capaz de dota-los, como já dissemos, de um conjunto de competências, capacidades, conhecimentos e atitudes necessárias para o exercício de uma cidadania ativa, responsável e consciente ao longo da vida, estudos internacionais como por exemplo o *Programme for International Student Assessment – PISA* (2000, 2003, 2006, 2009 e 2012), os *European Commission-Eurobarometer – EC-Eurobarometer* (2005a, 2005b, 2008, 2010) e o projeto *The relevance of Science Education – ROSE* (Sjøberg & Schreiner, 2010), concluem que esta meta ainda está longe de ser alcançada.

Os estudos EC- Eurobarometer e o projeto *ROSE*, que têm como objetivo avaliar as atitudes e a perceção que os alunos e os cidadãos em geral têm face à Ciência e à Tecnologia, revelaram alguns problemas relacionados com: i) o reduzido nível de conhecimentos dos cidadãos sobre ideias e explicações da Ciência e de utilização e aplicação do conhecimento científico em contextos do dia-a-dia; ii) o desinteresse global dos alunos pela Ciência escolar e pela aprendizagem de conteúdos científicos; e iii) a ausência de compreensão da natureza da Ciência e suas interações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Os estudos do PISA, que são os mais divulgados, e por isso vamos dedicar-lhe um pouco mais de atenção, têm como principal objetivo avaliar as competências e as atitudes que os alunos possuem para resolver desafios do quotidiano, ou seja, a sua literacia científica. Trata-se de uma avaliação baseada num modelo dinâmico de aprendizagem ao longo da vida em que novos conhecimentos e capacidades são necessários para uma adaptação bem-sucedida num mundo em constante mudança.

O aspeto essencial do PISA é o de assentar numa avaliação incidindo nas competências que evidenciem o que os jovens de 15 anos sabem, valorizam e são capazes de fazer em contextos pessoais, sociais e globais. Esta perspetiva (...) inclui problemas situados em contextos educativos e profissionais e reconhece o papel essencial do conhecimento, dos métodos, atitudes e valores

que definem as disciplinas científicas. A expressão que melhor descreve o objeto de avaliação nas diferentes áreas no PISA é a de literacia (GAVE, 2007, in Pisa 2009, Competências dos alunos Portugueses - Síntese de resultados, 2010).

De acordo com os resultados publicados pelo PISA (2002, 2003, 2006, 2009, 2012), a *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OCDE, 2013) informou:

- Os resultados publicados nos últimos anos revelaram que Portugal é um dos países que apresenta resultados mais baixos no que se refere à literacia científica. Contudo, em 2009, e pela primeira vez desde o início do programa (que teve início em 2000), os alunos portugueses atingiram pontuações que se situam na média dos desempenhos da OCDE. Em Ciências, Portugal foi o segundo país que mais progrediu (entre os ciclos de 2006 e 2009). A progressão observada, embora não seja significativa, resulta da redução da percentagem de alunos com desempenhos negativos (níveis 1 e abaixo de 1) e aumento das percentagens de alunos com desempenho médio a excelente (níveis 3, 4, 5 e 6). Contudo, no período de 2009 a 2012, os resultados estagnaram e em 2012 os alunos portugueses obtiveram 489 pontos sendo a média 501, pelo que mantém-se abaixo da média.

- Fazendo uma breve referência a Espanha, já que nos interessa particularmente o que se passa neste país em termos de Educação Científica, situa-se abaixo da média dos países que fazem parte da OCDE, apesar de ter recuperado alguns pontos relativamente à avaliação realizada em 2006. Relativamente à literacia científica, os alunos espanhóis obtiveram 488 pontos, tendo sido de 496 a média para a OCDE. De acordo com o informe ENCIENDE de 2011 (*Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*, Couso et al., 2011), os resultados das comparações internacionais de níveis de literacia científica (PISA 2000, 2003, 2006 e 2009), apesar de não colocarem Espanha numa posição alarmante, situam-na numa posição média-baixa, com uma percentagem de alunos nos níveis mais baixos de competências. Também em 2012, os resultados dos alunos espanhóis se mantêm estáveis e abaixo da média, uma vez que obtiveram 496 pontos, sendo a média de 501.

Perante estes resultados, uma das preocupações da Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI) tem sido a de promover uma Educação para todos, uma Educação para a cidadania que entusiasme os alunos e os ajude a construir novos significados sobre fenómenos e situações que lhes são familiares, partindo dos

problemas do dia-a-dia e explorando através deles o conhecimento Científico e Tecnológico tornando-os cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, ou seja, com literacia científica (Acevedo, 2004; Membiela, 2001; Roig, Vázquez, Manassero & García-Carmona, 2010) e, por isso, se tem valorizado cada vez mais um ensino das Ciências com orientação CTSA.

No entanto, apesar de toda a investigação feita ao nível da Didática das Ciências, que tem mostrado as potencialidades da perspectiva de ensino CTSA (Aikenhead, 2009; Alves, 2005; Alves, 2011; Caamaño & Martins, 2005; Fernandes, 2001; Martins, 2002c; Melo, 2008; Membiela, 2001; Mendes, 2008; Oliva & Acevedo, 2005; Pereira & Martins, 2008; Rodrigues, 2011; Solbes et al., 2007; Solbes, Vilches & Gil, 2001a; Torres, 2012; Vieira, 2003; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011) ela não tem sido claramente integrada nos processos de ensino-aprendizagem das Ciências, e são apontados, entre outros, problemas de: i) explicitação ao nível dos currículos e dos manuais escolares; ii) insuficiência de recursos didáticos adequados; e iii) falta de formação inicial e contínua dos professores em didática das Ciências de cariz CTSA que condiciona a prática pedagógica.

Tendo em conta estes problemas foi nosso propósito debruçar-nos sobre o primeiro, nomeadamente, no que diz respeito às orientações curriculares emanadas dos Documentos Oficiais Curriculares e aos manuais escolares.

Assim, relativamente às orientações curriculares, vários investigadores propõem a construção de currículos de Educação em Ciências de cariz CTSA para adequar a escola às necessidades da Sociedade (Acevedo, 2004; García-Carmona & Criado, 2012; García-Carmona, Criado & Cañal, 2014; Martins, 2004; Pereira & Martins, 2008, 2009). Deste modo, nos últimos anos, muitos países, entre os quais Portugal e Espanha, se esforçaram em conceber, desenvolver e implementar novas reformas educativas (ver secção 2.1 do Capítulo 2) cuja finalidade foi a de promover a literacia científica para todos os cidadãos (Roig et al., 2010).

É nossa preocupação, investigar se as últimas reformas curriculares ocorridas em Portugal e em Espanha preconizadas pelos Documentos Oficiais Curriculares da Educação Básica (10-12 anos, 2ºCiclo do Ensino Básico em Portugal/3ºCiclo da Educação Primária em Espanha) contemplam recomendações consentâneas com a Educação CTSA.

Para se compreender melhor o nível de ensino sobre o qual incide o estudo em Portugal e em Espanha, bem como a respetiva correspondência, na tabela 1

apresentamos os níveis de ensino considerados pelos sistemas educativos dos países em estudo.

Tabela 1: Níveis correspondentes entre o sistema educativo português e espanhol.

Sistema Educativo (6 – 18 anos)					
Portugal			Espanha		
Ensino Secundário (15-18 anos)		12ºano		Bachillerato (Ed. Sec. Pós-obrigatória) (16-18 anos)	2ºcurso
		11ºano			1ºcurso
		10ºano	Ensino Secundário	Educação Secundária Obrigatória (ESO) (12-16 anos)	4ºcurso
Educação Básica	3ºciclo (12-15 anos)	9ºano			3ºcurso
		8ºano			2ºcurso
		7ºano			1ºcurso
	2ºciclo (10-12 anos)	6ºano		3ºciclo (10-12 anos)	6ºcurso
		5ºano			5ºcurso
	1ºciclo (6-10 anos)	4ºano	Educação Primária	2ºciclo (8-10 anos)	4ºcurso
	3ºano			1ºciclo (6- 8 anos)	3ºcurso
	2ºano				2ºcurso
		1ºano			1ºcurso

Também nos interessam os manuais escolares. Ao nível dos materiais curriculares usados no ensino das Ciências, este tem vindo a ser dominado pelo manual escolar, sendo o recurso mais frequentemente utilizado nas práticas pedagógicas como mostram diferentes estudos em Portugal e no estrangeiro (López-Valentín, & Guerra-Ramos, 2013; Mansour, 2007; Santos, 2001a, 2004b), daí que seja um recurso de grande importância no processo de ensino aprendizagem.

Segundo Santos (2001a) a escassez de materiais didáticos, apropriados e inovadores, para servirem de suporte a uma abordagem de cariz CTSA dos diferentes conteúdos, conduz o professor à utilização do manual escolar como principal recurso, condicionando a planificação do seu trabalho e o tipo de ensino que pratica, pois o manual escolar continua a ser a Bíblia de professores e alunos, constituindo instrumento de trabalho de intensa utilização e como não está isento de erros, e/ou incorreções, e/ou desatualizações, e/ou outros aspetos indesejáveis para um ensino de qualidade, torna-se imperativo (e tarefa obrigatória de professores) que seja avaliado e analisado nos mais diferentes aspetos.

Neste enquadramento, são vários os estudos desenvolvidos acerca dos manuais escolares (López-Valentín, & Guerra-Ramos, 2013; Mansour, 2007; Santos, 2001a,

2004b), no entanto são poucos os que se dedicam ao campo da perspectiva CTSA e às inter-relações que se estabelecem entre estas dimensões ao nível dos manuais escolares de Ciências do 2º ciclo do Ensino Básico em Portugal (3º ciclo da Educação Primária em Espanha). Por isso, é também nossa intenção, a par dos Documentos Oficiais Curriculares, desenvolver um estudo comparativo entre manuais escolares portugueses e espanhóis, relacionado com a Educação em Ciências com orientação CTSA, pois segundo vários autores, como por exemplo Cunha (2006), Occeci e Valeiras (2013) e Vázquez e Manassero (2012b), esta abordagem pode ser uma alternativa para adequar os conteúdos ensinados a uma nova compreensão da Ciência, ou seja, os conteúdos propostos pelos manuais devem refletir as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, que fazem parte da formação dos indivíduos sendo, por isso, por elas afetados.

1.3 - Justificação e importância da investigação

A Sociedade requer e aprecia cidadãos científica e tecnologicamente preparados para intervir nas questões socio-ambientais de forma crítica e esclarecida.

Concordamos com Galvão (2001) quando refere que “a mudança tecnológica acelerada e a globalização do mercado exigem indivíduos com educação abrangente em diversas áreas, que demonstrem flexibilidade, capacidade de comunicação, e uma capacidade de aprender ao longo da vida” (p. 129), cidadãos em que o pensamento crítico e criativo seja a base do seu comportamento e atuação, com base em conhecimento científico. Isto permitir-lhe-á integrarem-se facilmente na Sociedade atual.

Nesse sentido é necessário direcionar o ensino das Ciências para o desenvolvimento de capacidades, tais como o raciocínio, a resolução de problemas, o questionamento, tornando os alunos aptos a aliar os conteúdos científicos às questões problemáticas atuais e capacitando-os para lidarem com o meio em que estão inseridos. Em suma, direcionar o ensino das Ciências para a promoção da literacia científica, sinónimo de uma cidadania ativa, fundamentada, consciente e responsável. Isto parece-nos possível com a implementação da abordagem CTSA no ensino das Ciências, que tem sido amplamente estudada e recomendada, uma vez que pressupõe considerar, entre outros aspetos relacionados com o conteúdo e com o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento crítico, etc., o entendimento de questões ambientais, qualidade de vida,

economia e aspetos industriais da tecnologia em relação à natureza da Ciência, assim como discussões sobre opiniões e valores democráticas.

Contudo, para se poder implementar uma Educação CTSA é necessário que os professores de Ciências sejam capazes de criar situações de ensino/aprendizagem que permitam desenvolver nos alunos capacidades para se envolverem nos problemas do dia-a-dia. Mas para isso, é também necessário, entre outros aspetos, que os currículos e os manuais escolares de Ciências, que são reguladores da atuação dos professores ao nível de sala de aula, sejam adequados à exploração dos conteúdos a abordar fornecendo sugestões para que os professores os possam implementar de forma adequada segundo uma perspetiva CTSA.

As vantagens da perspetiva CTSA no ensino das Ciências, no sentido dos alunos adquirirem uma visão mais equilibrada e completa do conhecimento científico, são reconhecidas desde há muito tempo. Martins (2003) refere que se trata de uma proposta capaz de conquistar os alunos, invertendo a tendência generalizada de desinteresse da maioria dos jovens face ao ensino das Ciências e, por isso, considera também que este movimento se apresenta como uma aposta credível e viável que fundamenta o desenvolvimento e reestruturação de novas orientações curriculares, a conceção de recursos didáticos, em particular de manuais escolares de Ciências, e a delineação e implementação de estratégias de ensino.

Fundamentadas na opinião da autora referida, a qual partilhamos, a nossa investigação no âmbito da Educação CTSA contempla a análise dos Documentos Oficiais Curriculares em vigor em Portugal¹ e em Espanha², e dos manuais escolares de Ciências do Ensino Básico dos dois países, como o objetivo de perceber se consideram

¹ Em Portugal a última revisão da estrutura curricular ocorreu em 2011 (Despacho n.º17169/2011, de 23 de dezembro). De acordo com esta revisão curricular, as Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico (Bonito et al, 2013 – ME - DGIDC), a par do Programa de Ciências do 2.ºCiclo do Ensino Básico, Volume I e II, constituem os Documentos Oficiais Curriculares de referência orientadores do ensino e da avaliação, que se encontram em vigor.

² Em Espanha a última normativa corresponde à *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)* e ao respetivo *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. Na Comunidade de Castilla y León publicou-se a *ORDEN EDU/519/2014, de 17 de junio, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria (BOCYL n.º 117)*. Porém, esta primeira fase de análise de Documentos Oficiais Curriculares decorreu no período de 2012/2013 e dada a fase avançada da investigação, foram analisados os Documentos Oficiais que estavam em vigor neste momento (*Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria; Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria y el Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León*).

a perspectiva CTSA, e de que forma, tentando igualmente perceber a relação entre estes dois recursos pedagógicos.

A relação entre estes dois recursos pedagógicos dependerá da interpretação que os autores dos manuais fizeram das Orientações Curriculares. Para Pedrosa e Leite (2005) os manuais escolares tendem a refletir as interpretações que os respectivos autores fazem dos Documentos Curriculares. De igual forma, também os professores farão interpretações dos manuais escolares de acordo com as suas concepções pedagógicas (o que acabará por determinar as aprendizagens dos alunos), então tornam-se fundamentais estudos que desenvolvam análises e reflexões sobre a perspectiva CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências.

Relativamente às Orientações Curriculares expressas dos Documentos Oficiais, Pereira e Martins (2009) defendem que estas devem refletir e acompanhar as preocupações e necessidades da Sociedade atual, emanando linhas de orientação CTSA que permitam aos docentes desenvolver práticas que promovam nos alunos competências essenciais para o exercício de uma cidadania ativa e informada.

No que concerne aos manuais escolares, estes deverão refletir as linhas orientadoras do Documentos Oficiais e contribuir para a sua concretização, promovendo a Educação CTSA que defendemos. Isto poderá ser conseguido se oferecerem um discurso/informação que explore de forma interligada os conteúdos da Ciência e da Tecnologia, relacionando-os com os impactos, quer positivos, quer negativos que têm na Sociedade e no Ambiente, e facultem atividades variadas (debates, pesquisas, discussão de temas controversos, situações de aplicação ao dia-a-dia, etc.) integradas em contexto de Educação CTSA e que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico (Alves, 2005; Fernandes, 2011).

Os manuais escolares são um recurso fundamental no processo de ensino/aprendizagem. Por um lado, são uma das principais fontes de implementação das orientações curriculares, uma vez que são elaborados com base nas indicações dos Documentos Oficiais Curriculares e com base nas diretrizes curriculares específicas de cada disciplina. Por outro lado, como referem vários autores (García-Herrera, 2001; López-Valentín, & Guerra-Ramos, 2013; Mansour, 2007; Perales, 2006; Santos, 2001a, 2004b) consideramos que se converteram na principal fonte de informação para docentes e alunos e de estruturação da dinâmica da sala de aula, são o recurso didático mais utilizado pelos professores e constituem um material curricular de grande relevância nas aulas de Ciências. Sendo um instrumento tão importante e tão utilizado

no processo de ensino-aprendizagem, consideramos que os manuais deverão promover uma Educação CTSA que contribua para desenvolver a literacia científica e o pensamento crítico nos alunos e, portanto, devem facultar atividades integradas em contextos de Educação CTSA que desenvolvam no aluno capacidades de pensamento crítico. Estas atividades, bem como o discurso/informação facultada, são consideradas por alguns autores, entre os quais Alves (2005) e Fernandes (2011) como bastante importantes para a promoção da literacia científica nos alunos. Por outro lado, ainda, como dizem Calado e Neves (2012), Neves e Morais (2006) e Santos (2001a), os professores não têm por hábito contactar diretamente com os Documentos Oficiais, recorrendo frequentemente ao uso do manual escolar, acabando este por ser o principal mediador curricular entre as informações curriculares e os conteúdos discutidos em sala de aula.

É neste contexto que o nosso estudo faz sentido e se torna necessário. Ele apresenta-se como uma continuidade de uma investigação anterior (Fernandes, 2011) que teve como objetivo perceber se os manuais escolares portugueses de Ciências do 5ºano de escolaridade, editados em 2010, incorporavam a perspetiva CTSA e de que forma a incorporam, no âmbito do discurso/informação facultada e das atividades de ensino/aprendizagem sugeridas. Os resultados mostraram que a incorporação desta perspetiva ainda é pouco considerada. Podemos dizer que esta abordagem está presente, mas nem por isso reflete uma adequada Educação em Ciências com orientação CTSA, uma vez que, nem sempre são estabelecidas relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, e quando o são, nem sempre essas relações são suficientemente evidenciadas para se tornarem claras para professores e alunos.

Estas conclusões despertaram um interesse crescente pelo tema e, por isso, procurou-se desenvolver uma investigação que pudesse dar continuidade a este trabalho.

Pelas razões apresentadas, foi nossa intenção desenvolver um estudo cuja principal finalidade foi perceber se a perspetiva CTSA está integrada, e de que forma, nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências do Ensino Básico (10-12 anos) de Portugal e Espanha, bem como relacionar os dois recursos pedagógicos, analisando a interpretação/recontextualização que os manuais escolares de Ciências fazem da mensagem veiculada nos Documentos Oficiais Curriculares, ao nível desta perspetiva. Optou-se pelo nível etário 10-12 anos da Educação Básica, dada a nossa formação e experiência profissional neste nível de ensino e o convencimento de que é nas faixas etárias mais baixas que a curiosidade e o interesse dos alunos face às

questões socio-ambientais são maiores, o que os torna mais recetivos e mais envolvidos no seu debate/exploração.

1.4 - Questões e objetivos da investigação

Dadas as tendências atuais da Educação em Ciências, as exigências da Sociedade atual e a forte necessidade de formar cidadãos autónomos capazes de enfrentar o mundo socio-tecnológico em mudança, e sabendo que os manuais escolares são elaborados com base nas orientações curriculares emanadas dos Documentos Oficiais, assim como, também são um dos principais recursos didáticos utilizado pelos professores (López-Valentín, & Guerra-Ramos, 2013; Mansour, 2007; Santos, 2001a, 2004b), a grande finalidade deste estudo, foi como já dissemos, perceber se a abordagem integrada da Ciência nas suas relações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente é considerada, e de que forma, nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências do Ensino Básico e perceber qual a relação entre eles.

De acordo com a finalidade enunciada foram definidas as seguintes questões de investigação:

Q1: As recomendações dos Documentos Oficiais Curriculares de Ciências do Ensino Básico de Portugal e de Espanha são consentâneas com o paradigma didático atual da Educação em Ciências no que respeita à perspetiva CTSA?

Q1.1: As relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente apresentam-se claramente expressas/percetíveis nos Documentos Oficiais Curriculares envolvidos no estudo?

Q2: Os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências incorporam a perspetiva CTSA de abordagem da Ciência?

Q2.1: Os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências exploram os conteúdos científicos de forma interligada com a Tecnologia com a qual se relacionam e com o impacto que esta tem na Sociedade e no Ambiente, realçando quer os impactos positivos, quer os impactos negativos?

Q2.2: Os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências apresentam sugestões de atividades de ensino/aprendizagem para a abordagem dos conteúdos científicos segundo a perspetiva CTSA?

Q2.3: As relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente apresentam-se claramente expressas/percetíveis nos manuais escolares

envolvidos no estudo, quer ao nível do discurso facultado, quer ao nível das atividades propostas?

Q3: Que relação, de continuidade/descontinuidade, entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências, no que respeita à perspetiva CTSA?

Para dar resposta a estas questões foram definidos os seguintes objetivos:

1 - Analisar os Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha no que respeita à Educação em Ciências com orientação CTSA e compará-los.

1.1 - Caracterizar os episódios CTSA dos Documentos Oficiais Curriculares estudados, relativamente às relações de interdependência que se estabelecem entre Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e compará-los.

2 - Averiguar se os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências da Educação Básica exploram a perspetiva CTSA.

2.1 - Perceber se o discurso proposto pelos manuais escolares portugueses/espanhóis estabelece a interligação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente necessária à Educação em Ciências de acordo com a perspetiva CTSA e compará-los.

2.2 - Perceber se as atividades de ensino/aprendizagem propostas pelos manuais escolares portugueses/espanhóis integram a perspetiva CTSA e compará-los.

2.3 - Caracterizar os episódios CTSA dos manuais escolares estudados, relativamente às relações de interdependência que se estabelecem entre Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, quer ao nível do discurso facultado, quer ao nível das atividades propostas, e compará-los.

3 - Relacionar os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Portugal e Espanha, ao nível da perspetiva CTSA.

De acordo com estas questões e objetivos de investigação, o estudo desenvolvido compreende três fases que se relacionam entre si.

A figura 2 representa o esquema geral das relações que se pretendem analisar segundo a perspetiva CTSA, primeiro ao nível dos Documentos Curriculares Oficiais, depois ao nível dos manuais escolares e, por fim, a relação entre ambos.

Numa primeira fase, analisam-se os Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha, para perceber se a abordagem CTSA está neles integrada, de que

forma está integrada e comparam-se os resultados. Numa segunda fase, analisam-se os manuais escolares portugueses e espanhóis de Ciências segundo a perspetiva CTSA e comparam-se os resultados. Finalmente, numa terceira e última fase, relacionam-se as orientações dos Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares, em Portugal e Espanha.

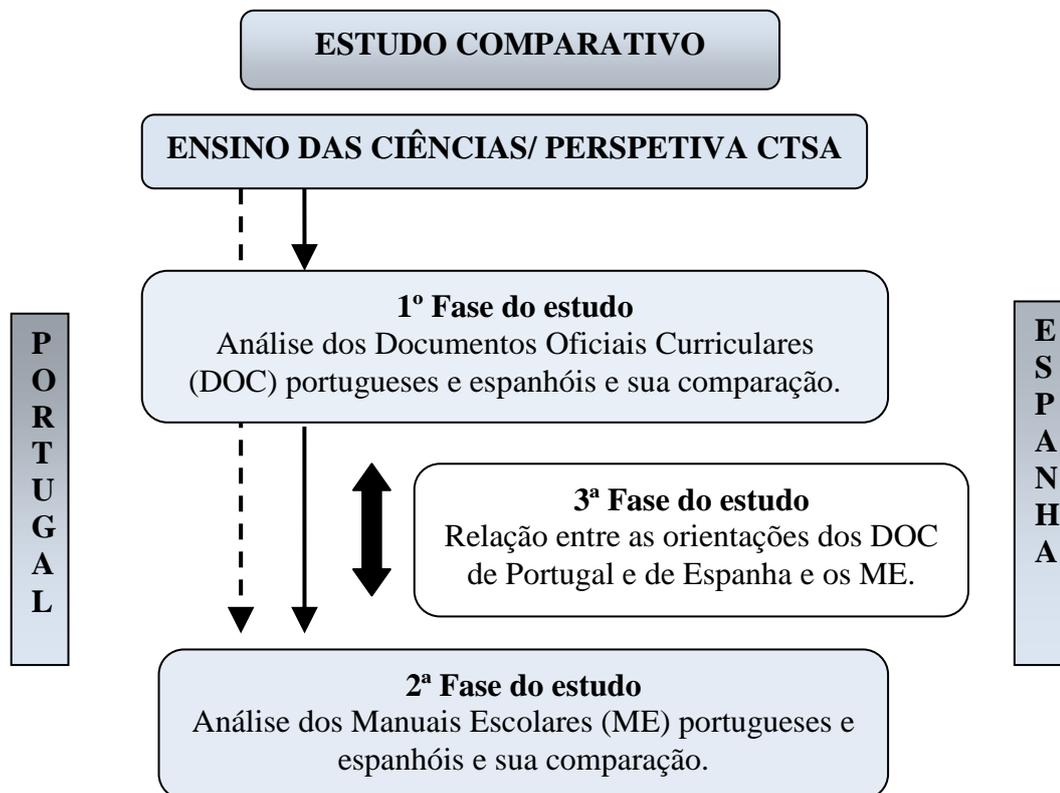


Figura 2: Esquema geral das relações que se pretendem analisar.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Introdução

Neste capítulo estabelece-se o quadro teórico que orientou o desenvolvimento da investigação, através de três secções de revisão de literatura, considerada relevante no âmbito da Educação CTSA. Na primeira secção abordam-se aspetos relacionados com a Educação CTSA no ensino das Ciências, enfatizando-se o papel das inter-relações da Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) como fundamental para o promover e desenvolver a literacia científica. Na segunda secção discutem-se as implicações das políticas educativas e dos currículos CTSA para o ensino das Ciências. Na terceira secção situa-se o manual escolar no sistema educativo português e espanhol, destacando-se a sua importância no processo de ensino/aprendizagem para uma educação CTSA.

2.1 - Educação CTSA e o ensino das Ciências

A necessidade de formação de base de cidadãos ativos e responsáveis, capazes de compreender os fenómenos que os rodeiam e de pensar e agir sobre questões relacionadas com os avanços científico-tecnológicos, tem sido debatida por vários investigadores que defendem uma Educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade (Afonso, 2008; Martins et al, 2007, 2009, entre outros).

A este respeito, Martins et al. (2007) referem que a Educação em Ciências no Ensino Básico permite: i) alimentar a curiosidade das crianças, fomentando um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência e pela atividade dos cientistas; ii) é uma via para a construção de uma imagem positiva e refletida acerca da Ciência; iii) promove capacidades de pensamento (criativo, crítico, metacognitivo,) úteis noutras áreas/disciplinas do currículo e em diferentes contextos e situações de tomada de decisões e de resolução de problemas pessoais, profissionais e sociais; iv) é um instrumento de efetiva renovação das práticas letivas; v) facilita a introdução das novas tecnologias junto das crianças, nomeadamente a utilização dos computadores e da internet; e vi) promove a reflexão sobre atitudes, normas e valores culturais e sociais, que condicionam a tomada de posição dos cidadãos em relação a questões socio-ambientais

Afonso (2008) considera os seguintes argumentos gerais acerca da importância, da Educação em Ciências no Ensino Básico: i) 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; ii) a preparação de cidadãos que simpatizem com a Ciência e que acreditem que a Ciência pode ser uma força positiva na condução do progresso; iii) o ensino das Ciências permite um intenso trabalho interativo, comunicativo e colaborativo essencial ao desenvolvimento do aluno como pessoa e como ser social; iv) a Ciência é um modo particular de olhar o mundo natural e, portanto, os alunos deverão saber lidar com este modo de pensar e aprender a usá-lo como um importante instrumento a aplicar na sua vida diária; e v) a preparação para o mundo do trabalho, pois a Ciência pode providenciar aos estudantes carreiras direta ou indiretamente relacionadas com ela e criar oportunidades de prosseguir os estudos que podem levar, em última instância, a uma carreira de investigação.

Apesar da importância de Ensinar Ciências nos primeiros anos de escolaridade, na opinião de diversos autores (García-Carmona & Criado, 2012; Prieto, España & Martín, 2012; Terneiro-Vieira & Vieira, 2012, entre outros), a maioria das aulas de Ciências assume um carácter expositivo, factual e monótono. Não se abordam temas científicos recentes e socialmente relevantes, nem aspetos da natureza da Ciência e das suas inter-relações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, daí que muitos alunos não sejam capazes de utilizar a informação adquirida nas aulas de Ciências em contextos do dia-a-dia

Perante este cenário, a Educação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) torna-se cada vez mais necessária no ensino das Ciências, uma vez que o seu principal objetivo é a promoção da literacia científica de todos os cidadãos, ou seja, possibilitar-lhes a compreensão dos avanços científicos e tecnológicos presentes no seu quotidiano, bem como, a capacidade de utilizarem, de forma consciente, esses avanços da Ciência e da Tecnologia em situações reais relacionadas com a Sociedade e o Ambiente.

Ou seja, o ensino das Ciências segundo uma Educação CTSA dará oportunidade aos alunos de se confrontarem com problemas do mundo real que tenham uma dimensão Científica, Tecnológica, Social e Ambiental. Colocando os assuntos científicos em contextos tecnológicos, socio-ambientais e pessoais relevantes poder-se-á fornecer a motivação que falta nas abordagens abstratas e descontextualizadas de muitas aulas de Ciências, construindo, assim, as bases da compreensão de algo que é

significativo e importante para os alunos e que pode proporcionar maiores oportunidades de aprendizagem ativa, colaborativa e significativa.

Deste modo, estamos convictas que o ensino das Ciências segundo a perspectiva CTSA é um veículo privilegiado que possibilita aos alunos a plena integração na Sociedade cada vez mais complexa e em constante mudança. Tal como Prieto, España e Martín (2012), consideramos que é necessário um ensino contextualizado das Ciências, que aproxime o aluno à realidade, com aspetos que relacionem a Ciência com a Tecnologia, e que lhes permita, bem como ao professor, perceber o sentido, o benefício e a utilidade que estes aspetos proporcionam, sendo, para isso, necessário: i) enfatizar as inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente que conduzam a uma prática de integração explícita das mesmas; ii) promover o desenvolvimento de competências para gerir informação (pensamento crítico, seleção de informação, análise e síntese, comunicação, etc.) e iii) aliar a motivação dos alunos às atitudes e valores, à ética e à responsabilidade enquanto cidadãos.

Para Alvim (2012), torna-se urgente um ensino das Ciências a partir de uma educação científica que privilegie uma formação reflexiva e cidadã, a respeito da qual Santos (2009) refere que deve afastar-se da matriz disciplinar tradicional e construir um espaço educacional aproximado da Educação CTSA, uma vez que:

(...) construir ambientes educativos que sejam eles próprios ambientes de cidadania, e permear o ensino substantivo da disciplina de princípios e valores que penetrem em questões relacionadas com alguns conteúdos da ciência, com a sua natureza e estatuto e com o lugar da história da ciência no ensino da ciência, não é subestimar a dimensão conceptual da disciplina, mas complementa-la com a dimensão formativa.” (p.534).

Este entendimento, que o ensino das Ciências deve encarar a Ciência como uma produção histórica e uma atividade cultural de uma dada Sociedade num determinado tempo/espaço, é fundamental para a compreensão da Ciência de forma abrangente e contextualizada.

A importância da contextualização histórica e social da Ciência reside na «significação» que a mesma oferece ao aluno. Não se restringindo à aprendizagem dos conteúdos científicos mas, enfatizando também a «natureza da Ciência», dos seus condicionantes históricos e dos seus impactos na Sociedade atual, capacita-se o aluno para entender que o desenvolvimento científico e tecnológico se constrói a par das suas relações com a Sociedade e o Ambiente (Alvim, 2012).

Não se trata de ensinar exclusivamente sobre os conhecimentos das Ciências, mas “encarar a ciência como uma parte fundamental da cultura contemporânea - património cultural da humanidade - implica reconhecer que a ciência e a tecnologia são valiosos empreendimentos humanos, apreciar as suas possibilidades e valores, mas também os seus limites” (Santos, 2009, p.532).

O atual paradigma didático do ensino das Ciências, no âmbito da Educação CTSA, tem-se confrontado com o problema educativo de ensinar acerca da natureza da Ciência e da Tecnologia, no que se refere à história, à filosofia e à sociologia da Ciência e da Tecnologia, e das relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA), que são conteúdos complexos e inovadores e ainda pouco clarificados (Acevedo, Vázquez, Manassero & Acevedo, 2007; García-Carmona & Criado, 2012; Vázquez, Manassero, Bonnin & Roig, 2012).

Por esta razão, ao nível da Didática das Ciências, investigações no âmbito da Educação CTSA têm-se preocupado com as seguintes questões: Porquê ensinar Ciência? (secção 1.1, secção 1.2 e secção 1.3), Que Ciência ensinar? (secção 1.4), Como ensinar Ciência? (secção 1.5). Pretendemos dar resposta a estas questões antes de contextualizar alguns obstáculos e dificuldades da implementação da Educação CTSA.

2.1.1 – Finalidades e potencialidades da Educação CTSA

A Educação em Ciências tem vindo a adquirir cada vez mais importância à medida que as sociedades se desenvolvem pela aplicação de técnicas de base científica. Este facto pressupõe que indivíduos iliteratos cientificamente não possam desempenhar corretamente os seus direitos e obrigações sociais. Por isso, a investigação em Didática das Ciências tem apontado para o ensino das Ciências com orientação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), em particular ao nível do Ensino Básico, como sendo uma importante base de formação de indivíduos literatos cientificamente (Pires, 2010; Rodrigues, 2011; Vieira et al., 2011)

Recentemente, Prieto et al. (2012) têm-se dedicado a este assunto e salientam que, nos dias de hoje, é imprescindível formar cidadãos, científica e tecnologicamente alfabetizados por razões de diferente tipo e carácter: i) *razões de carácter económico* (baseadas na convicção de que nenhum país poderá assegurar um desenvolvimento contínuo e a longo prazo se não implementar programas educativos dirigidos quer à

melhoria da literacia científica da comunidade em geral, quer à preparação de científicos e tecnólogos; ii) *razões de carácter político-social* (se os cidadãos não possuem uma cultura científica e tecnológica suficiente que lhes permita compreender e controlar democraticamente as decisões dos científicos e dos tecnólogos, os sistemas democráticos ficarão cada vez mais vulneráveis; iii) *razões de carácter cultural* (relativo ao direito de cada ser humano disfrutar do conhecimento científico-tecnológico e ao benefício de considerar a Ciência e a Tecnologia como parte da cultura em que estamos inseridos e iv) *razões de carácter funcional* (sendo a tecnociência uma presença crescente no mundo atual, é imprescindível um adequado e funcional conhecimento acerca da mesma para que possamos desenvolver-nos sem dificuldades no mundo que nos rodeia, entender os progressos que nele ocorrem e atuar de forma responsável. Desta forma, ser literato científica e tecnologicamente confere aos indivíduos habilidades e competências que contribuem para que possam tomar decisões sobre problemas relacionados com o seu quotidiano e desenvolver formas de atuar responsáveis face ao meio em que estão inseridos.

Para além necessidade de formar indivíduos científica e tecnologicamente literatos, por razões de carácter económico, político-social, cultural e funcional, defendidas por Prieto et al. (2012), são apontadas outras finalidades da Educação CTSA.

A este respeito, Alves (2005) refere que a Educação CTSA tem outros propósitos, tais como: i) gerar interesse pela Ciência e pela Tecnologia nos alunos; ii) ajudar os alunos a desenvolverem o pensamento crítico, o raciocínio lógico e a resolução criativa de problemas; iii) facilitar aos alunos a aprendizagem de conteúdos científicos; e iv) criar nos alunos uma consciência que os torne sensíveis aos benefícios e aos problemas inerentes ao desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade, formando cidadãos responsáveis, e com isso aumentar a alfabetização científica do cidadão, ao mesmo tempo que fomenta a contextualização dos estudos científicos através das interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Se considerarmos Sutil et al. (2008) quando admitem que a Educação CTSA pressupõe o entendimento de questões ambientais, qualidade de vida, economia e aspetos industriais da tecnologia em relação à falibilidade e natureza da Ciência, assim como as discussões sobre opiniões e valores, implicando uma ação democrática, entendemos a finalidade de educar para o desenvolvimento sustentável e qualidade de vida dos indivíduos.

Face à necessidade de promover a responsabilidade social de todos os cidadãos devido aos graves problemas sócio ambientais que pressionam e influenciam alguns desenvolvimentos científico-tecnológicos, Aikenhead (2005, 2009) aponta outra finalidade que a Educação CTSA pode cumprir, e que é a promoção de uma cidadania participada, consciente e responsável, necessária para a tomada de decisões esclarecidas e informadas sobre questões socio-científicas controversas que visam a qualidade de vida e do meio-ambiente, que se pretende de todos os cidadãos.

Mais recentemente, Vieira e seus colaboradores (2011) reforçam as ideias apresentadas por Martins et al. (2007) sobre a importância da Educação em Ciências no Ensino Básico (apresentadas na secção 1) ao reconhecerem que a Educação CTSA cumpre não só esses objetivos mas valoriza-os, amplia-os e leva-os mais longe ao considerar que é promotora da literacia científica. Destacam como finalidades da Educação CTSA no Ensino Básico: i) promover a construção de conhecimento útil e utilizável em diferentes contextos que permita melhorar a qualidade da interação de cada indivíduo com a realidade natural; ii) fomentar a compreensão de maneiras de pensar científicas e quadros explicativos da Ciência que tiveram e continuam a ter um grande impacto no ambiente material e na cultura em geral; iii) promover a construção de uma imagem realista, refletida e contextualizada acerca da Ciência enquanto atividade humana e social; iv) contribuir para a formação democrática de todos, permitindo-lhe a compreensão da Ciência, da Tecnologia e da sua natureza, bem como das suas inter-relações com a Sociedade e com o Ambiente, responsabilizando todos os indivíduos pela sua própria construção pessoal ao longo da vida; v) desenvolver capacidades de pensamento ligadas à resolução de problemas, aos processos científicos, à tomada de decisão sobre questões sócio-científicas; e vi) promover a reflexão sobre os valores que impregnam o conhecimento científico e sobre atitudes, normas e valores culturais e sociais que condicionam a tomada de decisão sobre questões tecnocientíficas e a resolução de problemas.

Em 2012 o *National Research Council – NRC*, descreve o propósito global da Educação em Ciências como sendo o de que todos os alunos, no final da escolaridade obrigatória possam: i) apreciar a beleza da Ciência; ii) construir conhecimento científico e tecnológico que lhes permita envolver-se em discussões relativas a situações que influenciam as suas vidas; iii) utilizar conscientemente a informação científica e tecnológica relacionada com o seu quotidiano; iv) ser capazes de aprender Ciência fora da escola; e v) desenvolver *skills* necessários para a profissão e carreira futura. Este

propósito pressupõe considerar a Educação em Ciências com orientação CTSA, tal como realçam os itens ii), iii) e iv).

Consideramos, por isso, que são vários os argumentos a favor de uma Educação CTSA. Partilhamos da opinião dos autores mencionados anteriormente e de outros (Aikenhead, 1994, 2003, 2005, 2009; Martins, 2002; Membiela, 2001; Pires, 2010; Santos, 2001a, b, 2004a, b, 2005a, b; Solbes, Vilches & Gil, 2001b; Terneiro-Vieira, 2002, 2004; Vieira et al., 2011), que afirmam que a Educação CTSA é vantajosa para os alunos pois permite desenvolver capacidades de argumentação, de pensamento crítico, de tomada de decisões e de resolução de problemas pessoais, profissionais e sociais necessárias para agir de forma democrática e responsável, compreender os desafios sociais da Ciência e das interações recíprocas que esta tem com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e avaliar os impactos, quer positivos, quer negativos, da Ciência e da Tecnologia nos seus contextos pessoais e sociais quotidianos, nomeadamente, em questões sócio científicas que envolvam debates éticos. Os alunos tiram proveito da Educação CTSA caso tenham um ensino com uma orientação clara e contextualizada que lhes permita ter uma visão integradora da natureza da Ciência e da Tecnologia e das relações mútuas que estabelecem entre si e com a Sociedade e o Ambiente, melhorando, assim, as suas atitudes em relação à Ciência e à aprendizagem dos conteúdos científicos.

Do exposto, resulta evidente que a grande finalidade da Educação em Ciências numa perspetiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) é dar da Ciência uma visão integrada, relacionando-a com a Tecnologia a que dá origem, e de quem sofre influências, e evidenciando os impactos que estas têm na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

Esta abordagem da Ciência que pretende afastar-se da visão da Ciência «como conhecimento puro», muito desfasada da realidade, permite facilmente atingir a grande meta educativa do ensino das Ciências que é o desenvolvimento da literacia científica nos alunos, pressupondo-a como a preparação para o exercício da uma cidadania ativa e consciente. Isto é conseguido pelo desenvolvimento de capacidades que permitem aos alunos compreender os avanços científico-tecnológicos da Sociedade atual e os tornam capazes de utilizar os conhecimentos e as competências adquiridas na escola em contextos do quotidiano.

Assim, reconhecendo-se esta perspectiva de ensino das Ciências como potenciadora das competências atrás referidas (Lederman, 2008; Hodson 2008; Bennássar et al., 2010 e García-Carmona & Criado, 2012) estamos convictas que Educação CTSA é uma das perspectivas mais inovadoras e atuais de ensino das Ciências que se caracteriza por ser potencialmente eficaz na educação dos alunos e necessária aos dias de hoje, que tem por finalidade ajudá-los a dar sentido às suas experiências da vida real associadas aos avanços da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente em que estão inseridos.

Nesta secção, foi nossa intenção responder à questão «Porquê ensinar Ciência segundo a perspectiva CTSA?» e, portanto, considerámos fundamental evidenciar os propósitos e potencialidades desta perspectiva de ensino para podermos enfatizar a literacia científica como sendo o principal foco e finalidade educativa do ensino das Ciências segundo esta perspectiva, capaz de preparar os alunos para o exercício de uma cidadania informada e consciente. Dada a importância da literacia científica para o exercício de uma cidadania informada e consciente, nas secções que se seguem, apesar de já termos debatido estes temas, vamos fazer uma discussão mais pormenorizada dos mesmos.

2.1.2 - Literacia Científica: Principal meta da Educação CTSA

Desde os finais da década de 50 do século passado que se tem vindo a assistir a diversas tentativas de definir o conceito de literacia científica/*scientific literacy*.

Este termo, também conhecido como compreensão pública da ciência/*public understanding of science*; cultura científica/*la culture scientifique* e alfabetização científica, como já anteriormente dissemos, surgiu na década de 50, que, segundo Carvalho (2009) e DeBoer (2000) é atribuído a Hurd (1958).

Na década de 60, a *National Science Teachers Association* (NSTA) pediu a intervenção de diversos cientistas e investigadores para definirem literacia científica, sendo poucos os que mencionaram a necessidade de existir uma relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (DeBoer, 2000).

No entanto, na década de 70, esta associação de professores de ciências definiu que um cidadão cientificamente literato é aquele que “usa os conceitos científicos, competências processuais e valores para tomar decisões do dia-a-dia, ao interagir com

outras pessoas e com o seu ambiente [e] compreende a inter-relação entre ciência, tecnologia e outras facetas da sociedade, incluindo o desenvolvimento social e económico” (NSTA, 1971, pp.47-48, citado DeBoer, 2000, p. 588).

No conceito apresentado, percebemos que a NSTA começou a revelar preocupação em considerar as relações entre a Ciência e a Sociedade, bem como assuntos científico-tecnológicos relacionados com as questões socio-ambientais e, mais tarde, na década de 80, defende que um indivíduo é cientificamente literato quando entende as relações mútuas entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e é capaz de usar esse entendimento em situações quotidianas (DeBoer, 2000).

Com o *Project2061* da *American Association for the Advancement of Science* – AAAS (1990, 1993) reconhece-se que para serem considerados cientificamente literatos os alunos necessitam de desenvolver um conjunto de capacidades e competências que lhes permitam adaptar-se ao mundo natural e compreender as relações de interdependência entre a Ciência e outros campos do saber, tendo a consciência de que a Ciência, a Tecnologia, a Matemática, etc. são empreendimentos humanos, com vantagens e limitações. Os alunos devem ser capazes de compreender alguns conceitos e princípios da Ciência, de pensar e raciocinar cientificamente e de utilizar conhecimento científico na resolução de problemas pessoais e sociais.

Em consonância com as recomendações apresentadas no documento anterior, e tendo por base a necessidade de reforma no ensino das Ciências e uma Educação em Ciência para todos os cidadãos, no final da década de 90, o relatório *Nacional Research Council* – NRC (1996) da *National Science Education Standards*, citado em DeBoer, 2000) propunha uma definição para literacia científica, defendendo que, ser literato cientificamente significa ser capaz de interrogar e encontrar respostas às questões do quotidiano, assim como descrever, explicar e prever fenómenos naturais. Significa ser capaz de ler e compreender artigos sobre a Ciência, bem como, discutir a validade das suas conclusões. Implica que um indivíduo seja capaz de identificar problemas científicos relacionados com questões locais e nacionais, expressando a sua posição de forma informada e fundamentada científica e tecnologicamente. Implica ser capaz de avaliar a qualidade da informação científica com base nas fontes e métodos utilizados e, também, de ser capaz de apresentar e avaliar argumentos com base em evidências científicas, retirando conclusões válidas a partir desses argumentos (DeBoer, 2000).

De acordo com as definições sugeridas pelo *Project2061* e pela *NRC (1996)* percebemos que ambos apresentam uma definição de literacia científica que inclui os

objetivos e propósitos do ensino das Ciências (Vieira, 2007), reforça as relações entre a Ciência e outras áreas do saber e enfatiza a necessidade da promoção e utilização de capacidades de pensamento e raciocínio científico, bem como uma aproximação das Ciências aos problemas do cotidiano. Por um lado, o documento *Project2061* reforça a importância de promover uma Educação em Ciências de modo a que todos os alunos atinjam literacia científica, bem como a importância da inter-relação do conhecimento, da diminuição da ênfase em informação pormenorizada e de uma maior ênfase na promoção de capacidades de pensamento (Reis, 2006; Vieira et al., 2011). Por outro lado, o documento *NRC (1996)* além de realçar que a literacia científica é uma necessidade para todos os cidadãos, também considera que a aprendizagem das Ciências é um processo ativo; a Ciência escolar reflete as tradições culturais e intelectuais atuais que a caracterizam; e promoção da Educação em Ciências é um processo sistemático de reforma da educação (Vieira et al., 2011). Embora semelhantes as duas definições, a da NRC tende a ser ainda mais ampla e é vista como uma necessidade para todos os indivíduos enquanto cidadãos ativos e participativos em debates científicos e sociais. As recomendações destes dois documentos foram também importantes para promover revisões curriculares (ver secção 2) com vista à promoção da literacia científica dos alunos.

Em 2003 a *Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD* (2003, p.2) define literacia científica como “a capacidade de usar conhecimentos científicos, de reconhecer questões científicas e retirar conclusões baseadas em evidência, de forma a compreender e a apoiar a tomada de decisões acerca do mundo natural e das mudanças nele efetuadas através da atividade humana.”

A literacia científica como um tipo de *saber-fazer*, de *saber-ser* e de *saber-estar* que, no mundo científico-tecnológico atual, terá alguma semelhança com o saber associado à alfabetização no final do séc. XIX, por isso é também, muitas vezes, entendida como, *alfabetização científica* ou *alfabetização científico-tecnológica* (Ramos, 2004).

Vieira (2007) relata que, desde os finais do séc. XIX até aos nossos dias, os objetivos da literacia científica podem resumir-se da seguinte forma: i) O ensino/aprendizagem das Ciências é hoje uma força cultural no mundo moderno. A Ciência faz parte da nossa herança intelectual, devendo ser transmitida de geração em geração. Os indivíduos literatos, bem informados e cultos, têm de possuir conhecimentos acerca da Ciência e do seu efeito sobre a Sociedade; ii) A literacia

científica prepara o cidadão para o mundo do trabalho; os alunos devem receber um conjunto de conhecimentos e desenvolver competências que lhes permitam exercer uma profissão na qual a Ciência e a Tecnologia desempenhem um papel importante; iii) É importante aprender conteúdos científicos que tenham aplicações diretas no dia-a-dia; os conteúdos podem ser selecionados e apresentados de modo a que os alunos percebam as suas implicações sobre o mundo natural; iv) Deve-se ensinar os alunos para serem cidadãos informados; o sucesso de uma sociedade democrática depende da participação dos cidadãos nos debates científicos e nas tomadas de decisão que com eles se relacionam; v) É importante aprender Ciência como uma forma particular de examinar o mundo natural; os alunos devem ser introduzidos numa linguagem que permita comunicar com a natureza, de modo a contribuírem para a evolução do conhecimento, por um lado, e a poderem julgar a qualidade científica de certos estudos, por outro. Ao mesmo tempo, os alunos devem reconhecer os limites da Ciência; vi) A Educação em Ciências deve compreender notícias e debates apresentados pelos meios de comunicação; a educação científica deve formar cidadãos que consigam entender e criticar notícias publicadas, bem como participar em debates relacionados com temas científicos; os princípios democráticos requerem que todos tenham oportunidade de desenvolver conhecimentos e competências suficientes para emitir e fundamentar uma opinião; vii) É importante aprender Ciência pela sua estética sedutora; deve-se tentar encantar os alunos com os fascínios do mundo natural, desenvolvendo o gosto pela Ciência; viii) Deve-se preparar cidadãos que criem empatia com a Ciência; a Educação em Ciências deve avançar no domínio científico e teórico, especialmente para os alunos que se mostrem motivados para tal; e ix) Deve-se compreender a natureza e a importância da Tecnologia, bem como a sua relação com a Ciência; a Educação em Ciência deveria desenvolver nos alunos as competências necessárias para planificar, desenvolver e avaliar projetos tecnológicos.

Segundo a OCDE/PISA - *Project for International Student Assessment*, (2006, 2009) a literacia científica refere-se ao conhecimento científico e à utilização desse conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenómenos científicos e elaborar conclusões fundamentadas sobre questões relacionadas com Ciência, bem como à compreensão das características próprias da Ciência enquanto forma de conhecimento e de investigação, à consciência do modo como Ciência e Tecnologia influenciam os ambientes material, intelectual e cultural das sociedades e à vontade de envolvimento em questões relacionadas com Ciência e com o conhecimento

científico, enquanto cidadão consciente. Neste contexto, concordamos com a perspectiva assumida na OCDE/PISA (2006, 2009), quando refere que a literacia científica é todo um conjunto de capacidades e competências que os alunos desenvolvem, não só para interpretar e dar sentido ao meio envolvente, mas também para tomarem decisões conscientes e responsáveis que lhes permitam agir sobre ele nos mais variados campos do saber.

Partilhamos da opinião de Terneiro-Vieira e Vieira (2012a) quando assumem que, segundo o referencial da OCDE/PISA (2006, 2009), a literacia científica compreende três dimensões base: 1) relativa ao conhecimento científico de campos centrais da Física, Química, Biologia e Ciências da Terra e Espaço de acordo com critérios de relevância para situações do dia-a-dia, bem como para a vida futura dos cidadãos e relevância para assuntos nos quais podem ser aplicados processos científicos; 2) relativa aos processos científicos, os quais são centrais na capacidade de adquirir, interpretar e atuar com base em evidência científica; e 3) reporta a situações e contextos de aplicação de conceitos e para o uso de processos científicos e envolve assuntos e/ou questões relacionados com a ciência que os cidadãos precisam de compreender, visando, nomeadamente, a tomada de decisão sobre os mesmos.

Tal como referem León, Colón e Alvarado (2013), consideramos que a literacia científica corresponde a um conjunto de significados, expectativas e comportamentos evidenciados e partilhados, local ou globalmente, pelos indivíduos de determinado grupo social acerca da Ciência e da Tecnologia. Porém, para alcançar a literacia científica, é necessário que o indivíduo seja capaz de interpretar o meio envolvente, compreender mensagens, informações e textos de foro científico, bem como ser capaz de produzi-los, inova-los e avaliar as suas consequências ou conclusões de acordo com os dados que os apoiam.

Têm sido tantas e variadas as interpretações sobre o significado de literacia científica que acaba por ser tudo o que tenha a ver com Educação em Ciências (Carvalho, 2009).

Apesar do conceito de literacia científica ter diferentes entendimentos, pois como refere Martins (2004) depende de “diferentes modos de enquadrar a importância do saber científico na sociedade, o modo como cada um tem o direito de a ele aceder, e o dever de o explicitar e pôr em prática” (p. 19), há um consenso alargado, referindo-o como estando associado aos objetivos do ensino das Ciências, não apresenta uma definição universal, uma vez que estes objetivos variam ao longo dos tempos e em

função das necessidades da Sociedade. Percebemos assim que a sua definição depende dos contextos onde é inserida, pelo que as várias visões de literacia são muito abrangentes, tendo em conta os diferentes contextos histórico, social, económico, cultural, etc., sendo, por isso “um conceito socialmente construído, móvel no espaço e evolutivo no tempo” (p. 21).

No debate atual sobre a literacia científica, podem distinguir-se quatro níveis: i) *conhecer* – aceder a uma linguagem e poder usá-la, tendo-a como chave de leitura; ii) *descodificar* – estar consciente dos processos, dos métodos e dos modos de atuar; iii) *atuar* – pensamento crítico que acede às consequências e questiona os fins (dimensões sociais, económicas, tecnológicas, humanas e éticas); e iv) *desmistificar* – entrar nas questões epistemológicas que dizem respeito à natureza da Ciência (Garcia, 2001).

A literacia científica torna-se, então a grande finalidade da Educação em Ciências e do ensino das Ciências, já que uma pessoa cientificamente letrada é aquela que é capaz de usar conceitos, processos e valores científicos ao tomar decisões quotidianas, enquanto interage com os outros e com o seu ambiente, para além de compreender a interação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. A literacia científica pode ser uma ferramenta que permite aos cidadãos participar na compreensão e transformação da Sociedade.

A este respeito, Garcia (2001) refere que a literacia científica promove nos alunos uma compreensão intencionada do contexto científico-tecnológico em que nos encontramos, uma vez que não basta conhecer, é necessário compreender de uma forma adequada para poder atuar. Trata-se de projetar o processo de ensino-aprendizagem da Ciência de tal forma que a Ciência escolar cumpra o seu verdadeiro papel de instrumento ao serviço de uma nova cidadania, ao mesmo tempo mais crítica e mais solidária com a humanidade e o planeta como um todo.

Também preocupada com esta matéria, Terneiro-Vieira (2004) considera que “o pensamento crítico associado à literacia científica é essencial aos indivíduos na tomada de decisão enquanto cidadãos, relativamente à economia, à conservação de recursos naturais e à sobrevivência de um modo de vida democrático na tomada de decisão” (p. 1). A autora acrescenta que emerge a necessidade de “promover as capacidades de pensamento crítico dos alunos, no contexto da educação em Ciência, pois vive-se num mundo onde, cada vez mais, os cidadãos são chamados a intervir e a tomar posição sobre questões públicas, nomeadamente, sobre as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia (...) todos os estudantes de ciências serão elementos integrantes de uma

sociedade e, enquanto cidadãos, tornam-se responsáveis pelos riscos e benefícios do conhecimento, dos produtos e dos sistemas científicos e tecnológicos” (p.2). Estas considerações remetem claramente para a necessidade de preparar os alunos para tomarem decisões racionais e fazerem escolhas informadas, o que implica promover as suas capacidades de pensamento crítico e desenvolver a sua literacia científica.

Por sua vez, para Vieira (2007), “a literacia científica está ligada à forma como os adultos se posicionam face à Ciência (...) o que os alunos aprenderem hoje condicionará a sua atitude no futuro (...) e o objetivo final do ensino de Ciência será formar uma população que considere a Ciência interessante e importante, que consiga aplicar conhecimentos da Ciência no seu quotidiano, e que consiga participar em debates relacionados com questões/problemas científicos” (p. 105).

Vieira et al. (2011) defendem a promoção de uma literacia científica em todas as culturas e todos os setores da Sociedade que contribua para o desenvolvimento de cidadãos participativos na adoção de medidas relativas às aplicações de novos conhecimentos.

Para León, Colón e Alvarado (2013) a literacia científica é vista como um conjunto de ferramentas essenciais para a comunicação e ação prática que os indivíduos podem utilizar como consequência do conhecimento de conteúdos e procedimentos que possuem acerca das Ciências naturais, exatas e sociais. A literacia científica pretende preparar indivíduos autónomos e informados, com capacidade para analisar, valorizar e intervir mais e melhor, e tomar decisões científico-tecnológicas em contextos de participação cívica e democrática que afetam a sociedade atual.

Do exposto, embora haja diversas definições e interpretações do conceito de literacia científica (DeBoer, 2000;Vieira, 2007; Martins, 2004; Aikenhead, 2009; Terneiro-Vieira & Vieira, 2012a; León, Colón & Alvarado, 2013, entre outros), é possível encontrar aspetos comuns na sua definição, dos quais também partilhamos sendo a literacia científica entendida essencialmente como: i) potenciadora do conhecimento científico, capacidade para resolver problemas ou desenvolver o pensamento crítico sobre uma determinada situação; ii) promotora de uma cidadania democrática que favorece a participação de todos os cidadãos em debates sobre o papel da Ciência na Sociedade e na tomada de decisões; e iii) meta da Educação em Ciências que aborda a natureza da Ciência e atividade científica e as inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente.

2.1.3 - Educação CTSA – Educação para a cidadania – Educação para o desenvolvimento sustentável

A grande finalidade da Educação Científica com enfoque CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) é, como temos vindo a referir, o desenvolvimento da literacia científica nos alunos, dotando-os de capacidades que lhes permitam compreender os avanços científico-tecnológicos e tornando-os capazes de utilizar essas capacidades em contextos reais. Ou seja, que os capacite para o exercício de uma cidadania ativa e consciente.

Assumindo que não existe uma definição única de literacia científica, como anteriormente dissemos, uma vez que o seu significado é evolutivo e historicamente contextualizado, associado aos objetivos do ensino das Ciências, são vários os autores (Aikenhead, 2009; Auler, 2011; Hodson, 2010; Martins, 2004, 2010; Martins & Paixão, 2011; Millar, 2010, 2012; Terneiro-Vieira & Vieira, 2012a; Vilches & Gil-Pérez, 2010b; Vilches, Gil-Pérez & Praia, 2011) que defendem uma visão holística deste conceito, entendendo a literacia científica como necessária à educação para todos os indivíduos. Neste sentido, pretende-se que todos os indivíduos possuam uma compreensão alargada dos conteúdos científicos considerados relevantes e necessários para o exercício de uma cidadania consciente, ou seja, conteúdos científicos relevantes para poderem apreciar a Ciência e os seus contributos para a Sociedade e o Ambiente, assumindo posições críticas e informadas sobre questões que envolvem a Ciência e a Tecnologia tendo em vista a proteção do Ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Num mundo cada vez mais influenciado pelo conhecimento científico-tecnológico que condiciona as nossas vidas é necessário que os conteúdos de Ciências sejam abordados e direcionados para a compreensão da natureza da Ciência, das suas vantagens e suas limitações, de forma a ajudar os alunos, futuros cidadãos, a tomarem decisões conscientes, possibilitando-lhes a utilização e aplicação dos conhecimentos científicos em contextos reais.

Além disso, os conhecimentos de Ciência, em Ciência e sobre Ciência, bem como sobre as questões éticas e morais da Ciência são essenciais para os indivíduos exercerem uma cidadania democrática de forma responsável. Isto porque, para tomarem decisões ou fazer escolhas conscientes, os cidadãos têm que ser detentores de conhecimento e compreensão científica, sobretudo no que toca a temas atuais (Amabis, 2009; Wellington & Ireson, 2008) que lhes afetam a qualidade de vida.

É necessário, por isso, que o ensino das Ciências possibilite o desenvolvimento nos alunos não só de competências cognitivas, mas também de competências de cidadania, atitudes e normas de conduta responsáveis, que lhes permitam tornarem-se cidadãos conscientes, solidários, autónomos, com espírito democrático, crítico e criativo, conhecedores dos seus direitos e deveres e intervenientes ativos no mundo que os rodeia, e isso pode ser alcançado com a Educação CTSA.

Nesta linha de pensamento, para promover a educação para a cidadania, a Educação em Ciências requiere a aprendizagem tanto de conteúdos da Ciências como das suas implicações éticas, sociais, tecnológicas, ambientais, económicas, etc., que muito contribuem para o desenvolvimento pessoal e social do indivíduo

A este respeito, Sá (2008) considera a cidadania como sendo multidimensional composta por cinco dimensões: 1) *cidadania democrática* – orientada para o respeito pelos direitos humanos e liberdades fundamentais, a paz e a justiça social; 2) *cidadania social* – orientada para a igualdade de oportunidade impedindo as assimetrias que hoje se vivem decorrentes das apropriações desmedidas dos recursos naturais; 3) *cidadania paritária* – sustentada pela equidade no acesso a uma educação básica de qualidade, à cultura e a uma melhor qualidade de vida; 4) *cidadania intercultural* – orientada para a tolerância e a paz intercultural; e 5) *cidadania ambiental* – relacionada com os problemas socio-ambientais que emergiram dos avanços e impactos da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente.

Em Portugal, a educação para a cidadania, foi estabelecida de acordo com os princípios definidos no Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro, o qual estabeleceu a educação para a cidadania como uma área de formação transdisciplinar a integrar em todas as áreas curriculares do Ensino Básico. O mesmo Decreto-Lei criou também uma nova área curricular não disciplinar, a «Formação Cívica», que considera ser um “espaço privilegiado para o desenvolvimento da educação para a cidadania” (Artigo 5.º, Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro). Mais recentemente, o Despacho n.º 17168/2011, de 23 de Dezembro, extinguiu o *Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais* e suspendeu todas as áreas curriculares não disciplinares que estavam previstas neste documento. Porém, em 2012, o Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 91/2013 de 10 de julho, estabelece que a educação para a cidadania não se constitui como uma disciplina obrigatória, mas como uma área transversal a integrar em todas as áreas curriculares, atividades e projetos, sendo dada às escolas a possibilidade de decidir da sua oferta

como disciplina autónoma de educação para a cidadania, em função das necessidades e problemas específicos da comunidade educativa, em articulação e em resposta a objetivos definidos em cada projeto educativo de agrupamento de escola ou escola não agrupada.

Em Espanha, a educação para a cidadania, foi estabelecida de acordo com os princípios definidos no *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*, com as alterações introduzidas pelo *Real Decreto 1190/2012, de 3 de agosto*. Este decreto estabelece que no 5º curso/ano do terceiro ciclo da Educação Primária seja introduzida como disciplina obrigatória pela primeira vez uma nova área que corresponde à «Educación para la ciudadanía y los derechos humanos», cujos conteúdos são organizados em três blocos: 1 - «*El Individuo y las relaciones interpersonales y sociales*»; 2 - «*La vida en comunidad*»; e 3 - «*Vivir en sociedad*».

Nesta etapa da Educação Primária, esta área tem como objetivo desenvolver nos alunos as seguintes capacidades:

1. *Desarrollar el autoconocimiento, el afán de superación y la autonomía personal.*
2. *Capacitar al alumno para que pueda actuar libremente en las relaciones sociales con actitudes generosas y constructivas.*
3. *Conocer y apreciar los valores y normas de convivencia y aprender a obrar de acuerdo con ellas.*
4. *Conocer, asumir y valorar los principales derechos y obligaciones que se derivan de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, de la Convención sobre los Derechos del Niño y de la Constitución Española.*
5. *Mostrar respeto por las costumbres y modos de vida de personas y poblaciones distintas a la propia, que sean conformes con la Constitución Española y las Declaraciones internacionales de protección de los Derechos Humanos, reconociendo sus valores enriquecedores para la convivencia.*
6. *Conocer el funcionamiento de las sociedades democráticas y valorar el papel de las administraciones en la garantía de los derechos y libertades fundamentales, así como de los servicios públicos básicos y la obligación de los ciudadanos de contribuir a su mantenimiento y cumplir sus obligaciones cívicas.*
7. *Identificar y rechazar situaciones de injusticia y de discriminación, mostrar sensibilidad por las necesidades de las personas y grupos más desfavorecidos y desarrollar comportamientos solidarios y contrarios a la violencia.*
8. *Conocer y respetar las normas básicas que regulan la circulación, especialmente aquellas que tienen que ver con la seguridad. Tomar conciencia*

de la situación del medio ambiente y desarrollar actitudes de responsabilidad en el cuidado del entorno próximo.

9. Describir la organización, la forma de elección y las principales funciones de algunos órganos de gobierno del Municipio, de las Comunidades Autónomas, del Estado y de la Unión Europea. Identificar los deberes más relevantes asociados a ellos.

10. Educar en salud integral, conocer las habilidades y valores necesarios para actuar positivamente respecto a la salud (Real Decreto 1190/2012, de 3 de agosto).

Além disso, este Real-Decreto acrescenta que ao longo da Educação Primária os alunos devem desenvolver um conjunto de competências básicas que lhes permitam crescer individual e socialmente enquanto cidadãos ativos, entre as quais se destaca a «*Competencia social y ciudadana*» diretamente relacionada com a área/disciplina de «*Educación para la ciudadanía y los derechos humanos*». Para além disso, o mesmo documento considera que a educação para a cidadania deve ser trabalhada de forma interdisciplinar nas diferentes disciplinas e, no nosso caso, na disciplina de ciências, em particular.

Deste modo, tendo em conta as políticas educativas de Portugal e Espanha no que respeita à educação para a cidadania, entendemos que as aulas de Ciências podem ser um espaço privilegiado para se promover a educação para a cidadania, nomeadamente no que diz respeito à exploração das questões socio-ambientais e das suas inter-relações com os conteúdos científico-tecnológicos.

Do exposto, entendemos também que a Educação Científica orientada para o desenvolvimento da literacia científica de todos os cidadãos, assume-se como uma finalidade educativa cada vez mais importante na educação de todos os alunos, capaz de formá-los para o exercício de uma cidadania ativa e responsável, necessária para fazer frente aos desafios e problemas do mundo contemporâneo e alcançar caminhos desejáveis em direção ao desenvolvimento sustentável.

Trata-se de fomentar uma cidadania autónoma e consciente, onde todos os cidadãos devem ter o direito e a capacidade de adotarem juízos de valor sobre os aspetos éticos das questões científico-tecnológicas (Correia, Valle, Dazzani & Malachias, 2010), nomeadamente das questões éticas e morais relacionadas com os problemas socio-ambientais inerentes ao desenvolvimento sustentável.

Segundo Correia et al. (2010), a relação que hoje se estabelece entre a literacia científica e a Educação para o Desenvolvimento Sustentável justifica a necessidade de

promover e desenvolver em todos os alunos a literacia científica, na medida em que se assume como um paradigma para a criação de ligações interdisciplinares entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade, a Ética e o Ambiente.

Os autores propõem um quadro teórico que clarifica o papel da literacia científica na Educação para o Desenvolvimento Sustentável em termos epistemológicos (figura 3).

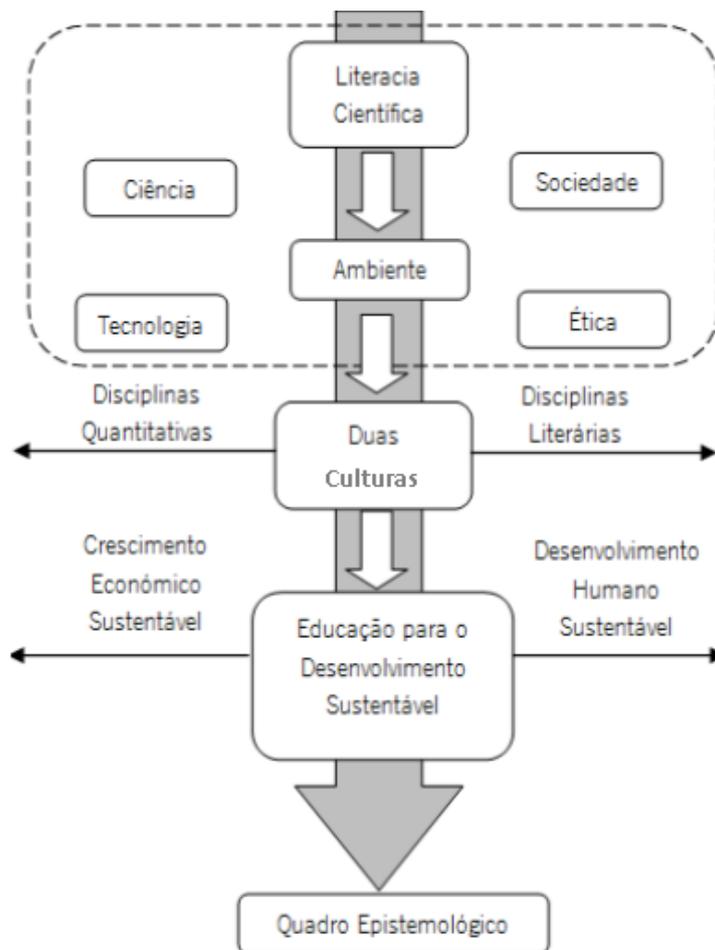


Figura 3: Quadro epistemológico que evidencia o papel da literacia científica na Educação para o Desenvolvimento Sustentável (fonte: Correia et al., 2010).

De acordo com a interpretação destes autores, o conhecimento é retratado por disciplinas quantitativas e por disciplinas literárias, que assumem duas direções opostas. A Ciência e a Tecnologia podem ser relacionadas com as disciplinas quantitativas, enquanto, a Sociedade e a Ética estão mais próximas das disciplinas literárias. As questões relacionadas com o Ambiente são consideradas o ponto médio entre estas duas culturas/perspetivas, cuja interação vai possibilitar a compreensão da Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

Para Correia et al. (2010) os objetivos da literacia científica são alcançados apenas quando as perspetivas tecnocientíficas e humanísticas são consideradas em simultâneo. Por um lado, o crescimento económico sustentável tenderá na direção de uma tecnocracia global, por outro lado, o desenvolvimento humano sustentável requer cidadãos ecologicamente alfabetizados, que compreendam as questões globais. Nestas condições, e tendo em conta os modelos de crescimento económico sustentável e de desenvolvimento humano sustentável, é possível entender a importância da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (figura 3).

Segundo estes autores, o compromisso entre estes dois extremos só é alcançado se a literacia científica for utilizada para apresentar os impactos que os avanços científicos e tecnológicos têm para a Sociedade e o Ambiente, e por isso, os dois lados do esquema devem ser considerados simultaneamente como necessários para a compreensão das questões ambientais.

Partilhamos da opinião de Correia et al. (2010) e entendemos, portanto, que Educação para o Desenvolvimento Sustentável requer a compreensão das relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), bem como das questões éticas que lhe estão associadas. Por esta razão, pretende-se que a educação científica seja alargada a todos os indivíduos, justificando-se o ensino das Ciências de cariz CTSA através de argumentos de natureza económica, utilitária, sociocultural, democrática, ética e moral (Osborne, 2010; Reis, 2006), pois só assim é possível desenvolver nos alunos competências e capacidades para compreenderem e interpretarem o mundo atual.

Do exposto, a questão da Educação para o Desenvolvimento Sustentável é tão premente nos dias atuais que a UNESCO (2005) que declarou, como já referido no capítulo 1 (secção 1), a década de 2005-2014 como sendo a «Década de Educação para o Desenvolvimento Sustentável» enfatizando o papel da educação, como fundamental e imprescindível para alcançar o Desenvolvimento Sustentável.

A grande preocupação da «Década de Educação para o Desenvolvimento Sustentável» é o alcance de uma educação para todos, em que todos os indivíduos possam beneficiar de uma educação de qualidade e ter oportunidades para aprender os valores necessários e requeridos para o Desenvolvimento Sustentável. O principal objetivo da Década de Educação para o Desenvolvimento Sustentável é a integração dos valores inerentes ao desenvolvimento sustentável em todos os aspetos da aprendizagem, com a finalidade de fomentar mudanças de comportamento nos cidadãos, que

possibilitem criar uma Sociedade mais sustentável e justa para todos (Arima, Konaré, Lindberg & Rockefeller, 2005).

2.1.4 - Natureza da Ciência e da Tecnologia e suas interações com a Sociedade e o Ambiente

Os cidadãos, em geral, não têm uma visão adequada da natureza da Ciência, como “o que é a ciência, o seu funcionamento interno e externo, como se constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que emprega para validar e difundir o conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, as ligações com a tecnologia, as relações com a sociedade e com o sistema tecnocientífico, as contribuições deste à cultura e ao progresso da sociedade” (Acevedo, 2008, p. 135).

A este respeito, Erlam e Oliveros (2010), também consideram que a população em geral ainda não possui uma adequada compreensão da Ciência, nem do modo de proceder da Ciência.

Apoiados nos estudos de vários autores sobre concepções de Ciência-Tecnologia-Sociedade (entre os quais Acevedo, Vázquez, Acevedo-Romero & Manassero, 2002; Lederman, 2008), Rodrigues e Vieira (2012) transmitem uma opinião similar às anteriores quando referem que professores e alunos de vários níveis de ensino têm dificuldade em distinguir Ciência de Tecnologia.

Para além da dificuldade identificada, por parte da população em geral e, em particular, dos professores e alunos em lidar com questões relacionadas com a complexidade da Ciência e das suas interações (o que é a Ciência, como funciona, como se constrói/que métodos são utilizados para construir, validar e difundir o conhecimento científico, que valores estão envolvidos nas atividades científicas, e que relações estabelece com a Tecnologia e com a Sociedade...), vários autores como Vázquez e Manassero (2012a, b), Vázquez, Manassero, Bennassar e Ariza (2012) afirmam que a maioria dos professores revela crenças tradicionais, positivistas e idealistas sobre a natureza da Ciência. Assumem a Ciência como um corpo de conhecimentos com características meramente utilitaristas e conceptualizam a Tecnologia como sendo uma Ciência aplicada ou um conjunto de artefactos e ferramentas, não considerando os processos de construção da Ciência. Os autores antes referidos, também afirmam que a maioria dos professores acredita que

O conhecimento científico não é diferente de outros tipos de conhecimento; que se desenvolve em diferentes estádios (hipóteses, teorias e leis); que é definitivo, estático, verdadeiro e absoluto (...) em vez de provisional e mutante; que se gere aplicando um método universal, único, de etapas cíclicas e estandardizadas (...), livre de interferências contextuais (culturais, sociais, políticas, éticas, religiosas, etc.); e que os científicos de forma individual (ignorando-se a comunidade científica) limitam-se a aplicar o método, registar descobertas (...) e organizar o conhecimento científico, sem apelar à criatividade ou à imaginação (...) nem à interpretação de observações e descobertas (Vázquez et al., 2012, p. 182).

E consideram que essas concepções, sobre Ciência e Tecnologia, dos educadores/professores, podem influenciar as suas práticas didático-pedagógicas e a imagem da Ciência que vão transmitir aos alunos.

As dificuldades que foram sendo enunciadas, relativamente à Ciência, à sua construção e às suas (inter)ações, devem-se a vários fatores, entre os quais a grande complexidade e abstração do conhecimento científico e a dificuldade em encontrar uma definição única de Ciência, isto porque a construção da própria Ciência ocorre dentro de uma Sociedade, num determinado tempo e local, com determinada Tecnologia.

Para Ziman (1984), a Ciência deve ser encarada como uma instituição social, e, por isso, devem ser consideradas as suas várias dimensões as quais estão inter-relacionadas: dimensão filosófica, dimensão histórica, dimensão psicológica e dimensão sociológica (interna e externa). É a interdependência entre as várias dimensões da Ciência que a torna complexa e também difícil de definir. Igual opinião apresentam McComas et al., (1998) quando consideram que as atividades de ensino/aprendizagem devem permitir compreender a Ciência em função dessas quatro dimensões primordiais. Os autores consideram que o conceito de Ciência envolve diferentes dimensões (Filosófica, Histórica, Psicológica e Sociológica) cuja inclusão na aprendizagem científica é de fundamental importância para que os alunos tenham uma visão completa de Ciência, sendo também necessário que o ensino da Ciência reflita a natureza da Ciência e do trabalho científico. De acordo com Ziman (1984):

- A dimensão Filosófica da Ciência refere-se aos aspetos metodológicos usados na investigação científica, à natureza do conhecimento científico, como se constrói, como se altera e porque se altera e qual é a relação entre os conteúdos, os processos e as metodologias de trabalho em Ciência. Considerando esta dimensão, as atividades didáticas devem contemplar a estrutura do conhecimento científico, factos, conceitos,

leis e teorias, e como se constrói necessidade de investigação e experimentação (formulação de hipóteses; refutação de hipóteses anteriores pela descoberta de novos dados; ideia de que as teorias servem de base para fazer previsões e que as conclusões científicas não são definitivas, etc.). Aspectos como a experimentação, a observação e a teorização constituem, segundo o autor, elementos de um método específico para obter informação, digna de confiança, sobre o mundo natural.

- A dimensão Histórica da Ciência é a dimensão que se relaciona com o estudo e a interpretação da mudança/evolução das ideias científicas ao longo do tempo, bem como o estudo dos fatores que condicionaram essa mudança. A História da Ciência procura interpretar/compreender o conhecimento e as suas mudanças em função dos contextos em que foi produzido. Considerando esta dimensão, as atividades didáticas devem incluir a exploração de textos, gravuras, fotografias, relatos e episódios da História da Ciência. Este aspeto da divulgação do conhecimento científico confere uma perspetiva da Ciência enquanto atividade dinâmica, que progride ao longo do tempo, uma vez que a divulgação de conhecimento científico permite reestruturar esquemas teóricos universais e utilizá-los em proveito da humanidade.

- A dimensão Psicológica da Ciência refere-se às características pessoais dos cientistas, relevantes no trabalho que estes desenvolvem, quer relacionados com aspetos cognitivos como a competência científica, quer relacionados com aspetos de personalidade/características pessoais (perspicácia, curiosidade, motivação, persistência, observação, espírito crítico, coragem, etc.) ou estatuto social a que aspiram e ambição, ou, ainda, relacionadas com o sucesso/insucesso do trabalho científico. As atividades didáticas devem incluir a exploração desta dimensão da Ciência, pois se essa abordagem não for feita corre-se o risco, segundo autores como Reis, Rodrigues e Santos (2006), de as crianças criarem estereótipos sobre os cientistas que podem ser um impedimento para o sucesso das aprendizagens dos alunos em Ciências.

- A dimensão Sociológica da Ciência é vista em duas vertentes: a interna e a externa. A dimensão Sociológica Interna refere-se às relações sociais que se estabelecem e que se desenvolvem entre os vários elementos da comunidade científica. No seio desta comunidade, expressam-se interesses, criam-se expectativas, ocorrem tensões e conflitos. A comunicação entre os cientistas, a partilha de resultados experimentais e as controvérsias que possam surgir, contribuem para a reestruturação dos trabalhos e para novas vias de investigação, num processo colaborativo entre

cientistas e não segundo uma atividade isolada. A dimensão Sociológica Externa refere-se às relações que se estabelecem entre os vários elementos da comunidade científica e a Sociedade e reflete os efeitos sociais dos avanços da Ciência como os dilemas, os interesses, as limitações.

Esta dimensão da Ciência, Sociológica Externa, integra a relação biunívoca entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e, por isso, entendemos que é no âmbito da Sociologia Externa da Ciência, que a perspectiva CTSA do ensino da Ciência se inclui e tem significado. Para explorar esta dimensão Sociológica da Ciência, as atividades didáticas devem, por exemplo, evidenciar o conhecimento científico como resultado do trabalho de vários cientistas e instituições que se encontram e trocam ideias, quer dentro da mesma área científica, quer entre áreas científicas diferentes, bem como, dar a entender que o trabalho dos cientistas é influenciado por pressões da própria comunidade científica e que é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas.

Para Martin et al. (1990, citados em Moreira, 2004), a Ciência está mergulhada numa matriz social. A forma como é ideada ajuda a traçar os valores da Sociedade e uma imagem mais autêntica da Ciência não devendo, por isso, esquecer a própria história da Ciência e da Tecnologia o que implica uma reflexão sobre a natureza do conhecimento científico.

Porlán-Ariza (1995, citado em Moreira, 2004), numa tentativa de definir Ciência chegou à conclusão de que esta envolve implicações ontológicas (realismo *versus* instrumentalismo), geração de teorias (indutivismo *versus* invenção), eleição de teorias (objectivismo *versus* subjectivismo) e comprovação de teorias (tentativismo *versus* conclusionismo).

Por sua vez, Bentley, Ebert e Ebert (2000), consideram que a Ciência é uma atividade social multidimensional e complexa que envolve profissionais de diferentes níveis académicos e áreas do saber.

Deste modo, entendemos que o conceito de Ciência é caracterizado por diferentes perspectivas, visões e significados ao longo da História e, portanto, assume um conceito bastante polissémico (Acevedo, 2008). Existem autores que enfatizam a construção do conhecimento científico - *Filosofia da Ciência* (Hodson, 2008; Ziman, 1984); os seus episódios históricos - *História da Ciência* (Alvim, 2012; Hodson, 2008; Ziman, 1984); as características psicológicas dos cientistas - *Psicologia da Ciência* (Reis, Rodrigues & Santos, 2006; Ziman, 1984); e ainda as interações sociais dentro

da comunidade científica e desta com a Sociedade - *Sociologia Interna e Externa da Ciência* (Ziman, 1984). Desta forma, tornando-se difícil definir Ciência e não existindo consenso único na sua definição, autores como Acevedo et al. (2007), Lederman (2006) e Roig et al. (2010) referem-se ao conceito de natureza da Ciência.

Roig et al. (2010) referem que o termo natureza da Ciência é muito complexo, pois para além de ser evolutivo e estar em constante mudança, reúne uma diversidade de aspetos relacionados com a filosofia, a psicologia, a sociologia e a história da Ciência.

Acevedo (2008), Lederman (2006) e Roig et al (2010) defendem que existem, essencialmente, duas correntes relacionadas com o termo natureza da Ciência: uma de visão reducionista que tende a identificar a natureza da Ciência com os valores e características filosóficas inerentes ao conhecimento científico (epistemologia da ciência), e outra que assume a natureza da Ciência como um conceito mais amplo e holístico que engloba uma diversidade de aspetos tais como o funcionamento interno e externo da Ciência; a sua construção, validação social e métodos utilizados; os valores implicados nas atividades científicas e as características dos cientistas; e as interligações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Concordamos com Roig et al., (2010) quando dizem que esta segunda visão da natureza da Ciência é mais completa e precisa, pois refere-se aos aspetos epistemológicos, sociológicos e psicológicos, quer da Ciência, quer da Tecnologia, e às inter-relações de interdependência que se estabelecem entre elas e a Sociedade e o Ambiente.

Outra questão atual, também muito importante e relacionada com a natureza da Ciência, prende-se com a inadequada identificação e desacertada comparação desta com os procedimentos de investigação científica, sendo por isso, necessário alertar para a ideia ingénuo e errónea, mas frequente, de que ensinar processos científicos equivale a ensinar sobre a natureza da Ciência (Lederman, 2006; Acevedo, 2008, Vázquez & Manassero, 2012a).

A este respeito, Roig et al. (2010) argumentam que a diferença entre procedimentos científicos e natureza da Ciência se centra no facto dos primeiros serem destrezas (saber fazer) que se referem a atividades relacionadas com a aplicação da metodologia científica (que a investigação científica utiliza, ainda que de maneira complexa), enquanto a natureza da Ciência é uma meta-reflexão acerca dos aspetos epistemológicos, sociológicos e psicológicos das atividades e dos procedimentos da Ciência. A convicção errada de que a prática dos procedimentos científicos é uma

estratégia suficiente para aprender a natureza da Ciência reside no problema da identificação e comparação da mesma com os procedimentos científicos, isto é, a simples realização de atividades de investigação, de modo semelhante ao dos científicos, não é suficiente para adquirir e compreender concepções adequadas acerca da natureza da Ciência.

Nesta ótica, na Educação em Ciências, tem sido sugerido um ensino virado para a história e para a filosofia da Ciência (Hodson, 2008), em que se realizem debates e discussões, e em que se faça a exploração de situações-problemáticas relevantes da Ciência (Lederman, 2006; Solbes, Vilches & Gil, 2001b), de modo a promover a abordagem da Ciência de forma contextualizada (Solbes, 2009) e interligada com os aspetos socio-tecnológicos. Segundo Hodson (2008) e Roig et al. (2010), a história e a filosofia da Ciência são o cenário ideal, natural e recomendado para a compreensão da natureza da Ciência pois permitem mostrar como se constrói o conhecimento científico em contexto real, social e tecnológico e contribuem para aumentar o interesse dos alunos pela Ciência e pela sua aprendizagem. Podemos dizer que estas recomendações apontam para um ensino CTSA como forma de promover visões adequadas da natureza da Ciência, mas também para a necessidade de abordar as relações desta com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, o que pressupõe a compreensão da dimensão sociológica externa da Ciência.

Do exposto, podemos concluir que definir Ciência não é uma tarefa fácil, o mesmo acontece com a Tecnologia. Isto prende-se, por um lado, com relação que se estabelece entre Tecnologia e a Ciência e, por outro lado, com a própria concepção de Tecnologia, nomeadamente no que diz respeito às suas interações com a Sociedade e o Ambiente.

A noção de Tecnologia, tal como a de Ciência, é bastante multifacetada e o seu significado tem mudado ao longo do tempo, de maneira que o seu significado tem sido interpretado de forma cada vez mais abrangente. São muitos os autores e instituições (Acevedo, 2006; Kline, 1985; Hughes, 1987 e Pacey, 1999 citados por Acevedo, 2006; Bybee, 1985; UNESCO, 1985) que ao longo do tempo se têm debruçado sobre o conceito de Tecnologia e das suas relações com a Ciência.

Para Kline (1985, citado por Acevedo, 2006), a tecnologia pode ter vários significados: i) Um conjunto de produtos artificiais fabricados pelo Homem (ferramentas, instrumentos, máquinas, artefactos e todo o tipo de sistemas - visão de Tecnologia em sentido restrito; ii) Um conjunto de conhecimentos técnicos,

metodologias, capacidades e destrezas necessárias para realizar as tarefas produtivas (atividades relacionadas com a perícia técnica, o saber fazer ou *Know-how*); iii) Os recursos humanos e materiais do sistema sociotécnico de produção; e iv) O sistema sociotécnico necessário para o uso e manutenção dos produtos fabricados, incluindo os aspetos legais.

Debruçando-se sobre os significados propostos por Kline (1985), Acevedo (2006) considera que, de todos, o primeiro será, possivelmente, o mais frequente entre os cidadãos, (correspondendo à tradicional imagem instrumental da Tecnologia de um ponto de vista que distancia os produtos tecnológicos das suas relações sociais) e que, mesmo quando os cidadãos têm em conta os três primeiros significados de Tecnologia, tendem sempre a esquecer a importância do último.

A UNESCO (1985), e também Bybee (1985), consideram que a definição de Tecnologia aproxima as relações desta com a Sociedade e destacam que a Tecnologia não é apenas um conjunto de máquinas ou produtos artificiais. É o saber fazer, um processo criativo que pode utilizar instrumentos, recursos e sistemas para resolver problemas e aumentar o controlo sobre o mundo natural e o ambiente artificial, no sentido de melhorar a qualidade de vida (UNESCO). É um corpo de conhecimentos, desenvolvidos pela cultura, que pode fornecer métodos ou meios para o ambiente, produzir recursos e serviços para melhorar a qualidade de vida (Bybee).

Hughes (1987) e Pacey (1999) (citados por Acevedo, 2006) abordam o conceito de Tecnologia como um sistema complexo, com uma série de componentes heterogéneas que se relacionam entre si (instrumentos e artefactos técnicos, processos de produção, controle e manutenção, questões organizativas, aspetos legais, recursos naturais e artificiais, etc.), com as pessoas e o meio ambiente. Os autores consideram esta perspetiva bastante completa por permitir a relação da Tecnologia com a Sociedade, no sentido da participação pública da segunda na primeira, possibilitando a sua avaliação e controle.

A ideia de que a Tecnologia podia ser definida à luz de uma visão próxima de conceção de Ciência, como uma Ciência aplicada, ou seja, como uso da Ciência com propósitos práticos (Moreira, 2004) foi considerada ingénuo e redutora, mesmo à época, na medida em que a Tecnologia é algo mais complexo do que a «Ciência com propósitos práticos», envolve conhecimentos tecnológicos. Para além disso, apesar da sua forte relação com a Ciência, a relação que estabelece com a Sociedade parece ser ainda mais forte, incorporando preferências desta e modificando-a.

Tendo em conta as diversas visões e significados da Ciência e da Tecnologia, Acevedo-Díaz (2006) refere que dar uma definição de Ciência e de Tecnologia não é fácil porque podem significar muitas coisas, sendo, por isso, considerados termos bastante polissémicos com interpretações diversas, segundo vários pontos de vista. É assim que, para caracterizar ambas, o autor dá ênfase ao conceito de “Prática tecnológica” (modelo conceptual de Pacey, 1983) e estende-o à Ciência, referindo-o como “Prática científica”. Este modelo é definido em função de três dimensões: *a dimensão técnica* - inclui os objetos (produtos/artefactos) e os conhecimentos de produção, estando relacionada com a visão em sentido restrito; *a dimensão organizativa* - considera aspetos sociais, políticos e económicos, aproximando-se do sistema sociotécnico de produção; e *a dimensão ideológica-cultural* – refere-se ao sistema sociotécnico de uso uma vez que considera as finalidades e os objetivos, o sistema de valores, os códigos éticos e as ideologias de progresso. Para o autor, a junção das dimensões *organizativa* e *ideológica/cultural* à dimensão *técnica* (que apenas define o que habitualmente se entende, de maneira restritiva, por prática tecnológica e prática científica), permite uma generalização ampliada dos significados de Tecnologia e de Ciência, no âmbito social, considerados, respetivamente, socio-tecnologia e socio-ciência.

Para obter um significado mais completo de “Prática tecnológica” e de “Prática científica”, Acevedo (2006) articulou de forma sistémica as três dimensões propostas por Pacey (*técnica, organizativa e ideológica-cultural*), às quais acrescentou uma quarta dimensão, *efetiva ou emotiva*, que considerou subjacente às anteriores, e que se refere aos sentimentos derivados da experiência pessoal com a Tecnologia e/ou com a Ciência.

As dimensões *organizativa* e *ideológica-cultural*, em simultâneo, constituem o âmbito da socio-tecnologia ou da socio-ciência (figuras 4 e 5), e a dimensão afetiva inclui os aspetos emotivos próprios de cada indivíduo, ou seja, os sentimentos e valores pessoais face à Tecnologia e/ou à Ciência. Parece-nos que esta forma de encarar/relacionar a Tecnologia e a Ciência, com a Sociedade e os problemas que lhe são inerentes, favorece a participação social pois está mais próxima das necessidades e dos interesses dos cidadãos.

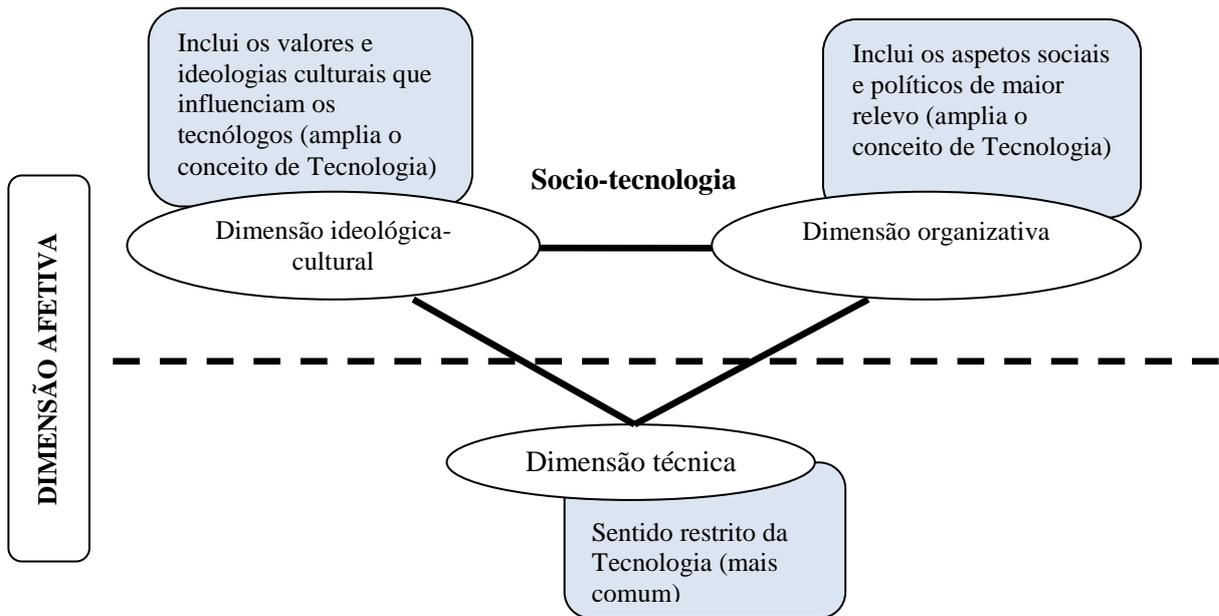


Figura 4: Dimensões da Prática Tecnológica (adaptado de Acevedo, 2006)

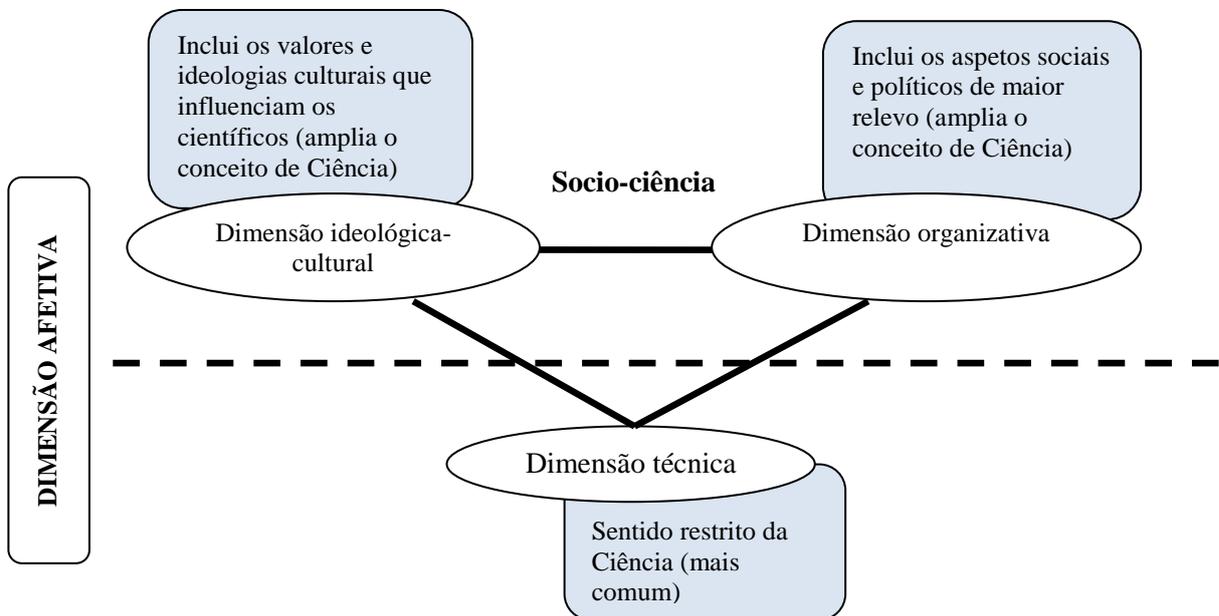


Figura 5: Dimensões da Prática Científica (adaptado de Acevedo, 2006).

Capítulo 2 – Fundamentação teórica

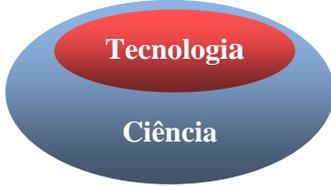
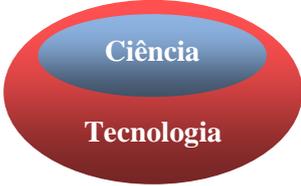
Na tabela 2 apresentamos alguns aspetos que descrevem cada uma das quatro dimensões da Prática Tecnológica e da Prática Científica, que são similares.

Tabela 2: Aspetos caracterizadores de cada uma das dimensões da Prática Tecnológica e da Prática Científica (adaptado de Acevedo-Díaz, 2006).

Prática Tecnológica	Prática Científica
Dimensão técnica	
<ul style="list-style-type: none">- Conhecimentos disponíveis.- Capacidades e destrezas necessárias.- Técnicas de fabricação e mantimento.- Recursos humanos, instalações...- Ferramentas, instrumentos, máquinas...- Matérias-primas, recursos físicos, produtos, resíduos, descargas...	<ul style="list-style-type: none">- Conhecimentos disponíveis.- Capacidades e destrezas necessárias- Métodos e processos de investigação.- Recursos humanos, laboratórios...- Instrumentação científica e tecnológica.- Conhecimentos produzidos: ciência privada e ciência pública.
Dimensão organizativa	
<ul style="list-style-type: none">- Política tecnológica: planificação e gestão.- Mercado, economia e indústria.- Sistema de recompensas na comunidade de tecnólogos: médicos, engenheiros...- Relações entre agentes sociais: empresários, sindicatos...- Atividade profissional produtiva.- Distribuição de produtos tecnológicos.- Usuários e consumidores dos produtos tecnológicos.	<ul style="list-style-type: none">- Política científica: planificação e gestão.- Fundos económicos e subvenções da investigação científica.- Sistema de recompensas na comunidade de científicos: físicos, biólogos, químicos...- Relações entre grupos de investigação.- Atividade profissional investigadora.- Formas de difundir a ciência: publicações, congressos...- Usuários e consumidores da ciência.
Dimensão ideológica-cultural	
<ul style="list-style-type: none">- Finalidades e objetivos da tecnologia.- Sistemas de valores e códigos éticos.- Crenças sobre a técnica e o progresso.- O papel da criatividade na tecnologia.- Educação tecnológica.	<ul style="list-style-type: none">- Finalidades e objetivos da ciência.- Sistemas de valores e códigos éticos.- Crenças sobre a ciência e o progresso.- O papel da criatividade na ciência.- Educação científica.
Dimensão afetiva	
<ul style="list-style-type: none">- Atitudes face à tecnologia.- Emoções provocadas pela tecnologia.- Avaliação da tecnologia.- Participação cidadã nas decisões sobre assuntos tecnológicos de interesse social.	<ul style="list-style-type: none">- Atitudes face à ciência.- Emoções provocadas pela ciência.- Avaliação da ciência.- Participação cidadã nas decisões sobre assuntos científicos de interesse social.

Para além de caracterizar a Ciência e a Tecnologia, em função das quatro dimensões antes referidas, Acevedo (2006) também se debruçou sobre as relações entre elas pois, apesar de distintas, estão fortemente inter-relacionadas. Para isso, analisou os cinco modelos propostos por Niiniluoto (1997) baseados em aspetos ontológicos, históricos e sociológicos da Ciência e da Tecnologia (tabela 3).

Tabela 3: Modelos de relações entre a Ciência e a Tecnologia (adaptado de Acevedo, 2006).

Modelos Dualistas		
		
A Ciência e a Tecnologia são independentes do ponto de vista ontológico (cada uma tem a sua própria identidade). Também são causalmente independentes ou quasi-independentes.		A Ciência e a Tecnologia têm independência ontológica, mas há interação entre ambas. (Visão interacionista da Ciência e da Tecnologia).
Modelos Monistas		
		
A Tecnologia está subordinada à Ciência e pode reduzir-se a ela; dependência ontológica da Ciência (Visão idealista da Tecnologia como Ciência Aplicada).	A Ciência está subordinada à Tecnologia e pode reduzir-se a ela; dependência ontológica da Tecnologia (Visão instrumentalista da Ciência; o conhecimento científico deve-se desenvolvimento tecnológico).	A Ciência e a Tecnologia são uma única realidade (Tecnociência) e não se diferenciam ontologicamente

Aquilo que os modelos nos mostram, de forma bastante evidente e esquematizada, é que ao longo dos tempos, a forma de “ver” a Ciência e a Tecnologia, e as suas relações e influências mútuas, não foi sempre a mesma e tem sofrido consideráveis mudanças. Assim, os modelos dualistas, que se caracterizam pela independência (com ou sem interação) da Ciência e da Tecnologia, deram lugar aos modelos monistas, em que não há independência entre as duas. Esta visão “monista” da Ciência e da Tecnologia, em que as relações entre a Ciência e a Tecnologia são cada vez mais estreitas e complexas, culmina no conceito de tecnociência que, segundo Acevedo (2006), é um sistema científico-tecnológico complexo, que designa o conjunto de atividades de investigação, de desenvolvimento e de inovação, nas quais a Ciência e a Tecnologia se encontram de tal forma interligadas e relacionadas entre si que se complementam para alcançar um benefício mútuo, tanto nos seus procedimentos como nos seus resultados.

Ruiz et al. (2010) e Vázquez e Manassero (2012a,b) parecem ter uma opinião que confirma a ideia de Tecnociência, pois consideram que, nos dias de hoje, a Ciência e a Tecnologia formam um conjunto de realidades tão vinculadas que se torna difícil separá-las, e que está presente em quase todos os aspectos da nossa vida. Desta forma, a realidade da Ciência atual deve ser vista como a integração da Ciência e da Tecnologia, *Tecnociência*, (que utiliza elementos quer da Ciência, quer da Tecnologia) e, por isso, a educação científica deve aproximar-se de uma visão interativa entre ambas, o que equivale a uma visão mais real da Ciência

Além disso, como referem Vázquez e Manassero (2012b), o conceito de Tecnociência faz a conexão entre «saber» e «fazer», que corresponde ao conceito de Competência Científica, que consistirá na capacidade integrada de conhecimentos, processos e atitudes para produzir respostas reais face às necessidades individuais e coletivas. Deste modo, a Educação em Ciências, desde o ponto de vista tecnocientífico, constitui um ponto de partida e uma forma de ensino mais útil para a construção das aprendizagens dos alunos. “De facto, a ideia é cada vez mais de que o mundo científico e o mundo tecnológico, ainda que preservando idiosincrasias próprias de cada cultura, construídas ao longo de centenas de anos, se tornaram inseparáveis, acontecendo mesmo constituir-se numa unidade - a *tecnociência*” (Praia & Cachapuz, 2005, p.174), que transforma a realidade e influencia culturalmente a forma como pensamos e como agimos. Trata-se de uma construção social, um conjunto de atividades e procedimentos de investigação, desenvolvimento e inovação que contribui para a melhoria das condições socioeconómicas e qualidade de vida das pessoas, no qual Ciência e Tecnologia estão profundamente interligadas e reforçam-se entre si para conseguir um benefício mútuo, tanto nos seus procedimentos como nos seus resultados (Acevedo, 2006; Vázquez et al., 2007, 2008).

Neste enquadramento, a atividade científica e a atividade tecnológica mantêm uma interação mútua na Sociedade e, ao mesmo tempo, são manifestações sociais determinadas pelo contexto socio-histórico e pelos valores e as atitudes existentes (Ruiz et al., 2010). Estes autores afirmam:

...não é apenas importante saber ciências mas também saber *sobre* ciências; isto significa saber como funciona a ciência (entendida como uma forma de obter conhecimentos sobre o mundo natural), como se produz o conhecimento científico, como muda esse conhecimento com o tempo, como as ciências são influenciadas e influenciam a sociedade e a cultura. Tudo isto criou uma nova...reflexão crítica das ciências que se denominou NdC [Natureza da

Ciência] que se interpreta como o conjunto de métodos aplicados pelos científicos para melhorar o seu conhecimento (epistemologia da ciência), ainda que agora tenha um sentido mais amplo no qual se integra a tecnologia, os aspetos pessoais e sociais dos científicos e dos tecnólogos (sociologia interna da comunidade científica) e as características do sistema da CT como uma parte da organização social humana, que se relaciona de forma contínua com a sociedade que o sustenta (sociologia externa da CT). Falamos, então, de NdCT [Natureza da Ciência e da Tecnologia] (Ruiz et al., 2010, pp. 179 - 180).

Do exposto, entende-se, como temos vindo a referir, que os avanços científicos e tecnológicos estão na origem e são consequência uns dos outros, ao mesmo tempo que influenciam e são influenciados pela Sociedade e pelo Ambiente. Desta forma, quer as diferenças, quer as relações de interdependência que se estabelecem entre a Ciência e a Tecnologia com a Sociedade e o Ambiente devem ser tomadas em consideração e abordadas no ensino das Ciências, pois só assim será possível compreender o mundo atual.

Porém, para sermos capazes de compreender o mundo que nos rodeia é fundamental saber (aprender!) Ciência, e esta tem sido, desde há muito tempo, uma das grandes preocupações do ensino das Ciências, formar alunos (cidadãos) cientificamente literatos, capazes não só de compreender mas enfrentá-lo, tornando-os capazes de tomar decisões individuais e sociais com base em conhecimentos científicos e de utilizar capacidades/atitudes para se adaptarem às mudanças.

Assim sendo, o principal objetivo e meta da Educação em Ciências é a literacia científica para todos os cidadãos, que compreende duas componentes: i) a compreensão «da Ciência» (conceitos tradicionais e processos científicos) e ii) a compreensão «acerca da Ciência» (natureza da Ciência) que corresponde aos aspetos filosóficos, éticos e sociológicos que constituem a Ciência como forma de conhecer e atuar no mundo (Manassero, Roig, Bonnin & Moralejo, 2013) e que possibilitam a compreensão da construção e do funcionamento da Ciência e da Tecnologia (Vázquez & Manassero, 2012a).

No entanto, dada a atual interligação entre a Ciência e a Tecnologia, o conceito de natureza da Ciência engloba necessariamente a Tecnologia e, por isso, estendeu-se ao conceito de natureza da Ciência e da Tecnologia, que se refere aos conteúdos da história, filosofia e sociologia da Ciência e da Tecnologia, também reconhecidos como relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (Acevedo, Vázquez, Manassero &

Acevedo, 2007; Vázquez & Manassero, 2012a; Manassero, Roig, Bonnin & Moralejo, 2013).

Consideramos, portanto, que a literacia científica e tecnológica é a meta prioritária de uma educação inclusiva e para todos os indivíduos e, portanto, assumir esta perspectiva implica que o ensino da Ciência não pode (nem deve) cingir-se apenas ao conhecimento científico e tecnológico, mas ter objetivos de caráter mais holístico e de relevância social que incluem valores éticos e democráticos que intervêm na Sociedade (Vázquez & Manassero, 2012a) e no Ambiente, e que tenham em consideração a natureza da Ciência/Tecnologia e, por conseguinte, as relações CTSA.

A este respeito, Maciel e Filho (2010) e Vázquez e Manassero (2012a) afirmam que a natureza da Ciência/Tecnologia corresponde a um conjunto de metaconhecimentos sobre a Ciência e a Tecnologia que resultam de reflexões conjuntas e interdisciplinares acerca do que são e como funcionam nas suas dimensões histórica, filosófica e social, realizadas por equipas de especialistas em filosofia, sociologia e história da Ciência e Tecnologia, bem como alguns especialistas em ensino das Ciências.

Desta forma, a abordagem do *processo de construção da Ciência e da Tecnologia* inclui a compreensão das inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA). Esta conceptualização do ensino da Ciências aponta para um ensino que desenvolva o pensamento crítico dos alunos, que analise questões de cariz político, económico, ético e social da Ciência e da Tecnologia, promovendo a alfabetização científica e tecnológica de todos. Acreditamos, por isso, que um dos objetivos centrais no ensino da Ciência pressupõe levar os alunos, a compreender a natureza da Ciência e da Tecnologia, as suas conjeturas, valores, finalidades e limitações (McComas, Clough & Almazroa, 1998; Vázquez & Manassero, 2012a) e as inter-relações com a Sociedade e o Ambiente.

De acordo com o que foi exposto é possível responder à pergunta «que Ciência ensinar?»

Acreditamos que o ensino das Ciências, hoje, requiere a necessidade de considerar a Ciência e a Tecnologia como dois sistemas que interagem intelectual e socialmente, bem como a necessidade de seleccionar problemas e exemplos da vida quotidiana (Prieto et al., 2012), em detrimento de um ensino que enfatiza a Ciência «pura» e básica.

A necessidade de proporcionar uma formação científica e tecnológica que ajude os alunos/cidadãos a tomar decisões responsáveis, informadas e conscientes sobre e na Sociedade. Ou seja, exige, como vimos a referir, um ensino da Ciência de cariz CTSA. Um ensino que contextualize aspetos científicos, tecnológicos e sociais (ambientais) em simultâneo, que se baseie na interdisciplinaridade dos conteúdos a ensinar, integrando conhecimentos procedentes dos mais variados contextos académicos e sociais, e promova a análise de problemas relacionados com o futuro da sociedade (Prieto et al., 2012).

A este respeito, Prieto et al. (2012) apresentam quatro dimensões que podem ajudar na seleção dos conteúdos a serem ensinados: (i) Dimensão prática, relacionada com os conhecimentos uteis de diferentes profissões, com as situações quotidianas que requerem tomar decisões que afetam a qualidade de vida e com a capacidade de se estar familiarizado com as várias aplicações tecnológicas no nosso dia-a-dia; (ii) Dimensão referente ao conhecimento, que nos leva a compreender problemas relacionados com a responsabilidade social e sobre os quais tomamos decisões; (iii) Dimensão de «ensinar a pensar», na qual «aprender» refere-se à educação do pensamento, no sentido de fazê-lo de forma mais sistemática e racional (os alunos devem ser capazes de reconhecer os procedimentos científicos e aplicá-los no dia-a-dia e devem reconhecer os limites da Ciência com outras formas de pensamento); e (iv) Dimensão relativa à Ciência como um conhecimento acerca do mundo e um saber estar perante o mundo que, junto com a Tecnologia, forma parte de uma herança cultural que se transmite de geração em geração.

2.1.4.1 – Pertinência do enfoque de temas/conteúdos científicos

Vários autores se têm debruçado sobre a pertinência do enfoque de temas/conteúdos de Ciências a abordar com os alunos, nomeadamente no âmbito da Educação CTSA.

Na perspetiva do aluno, Membiela (2001) recomenda que os temas abordados sejam: i) diretamente aplicáveis à sua vida atual; ii) adequados ao seu nível cognitivo e maturidade social; iii) relevantes na atualidade e na sua vida; iv) aplicáveis a diferentes contextos; e v) motivadores.

Por sua vez, Vieira (2003) considera que é possível isolar alguns critérios para a escolha de um conteúdo CTSA, nomeadamente quando: i) o assunto é importante para as situações do dia-a-dia do aluno; ii) existe relevância a longo prazo no assunto exposto; iii) os assuntos e os conceitos estão ligados às capacidades de pensamento; iv) o tema adequa-se ao nível de desenvolvimento cognitivo e à maturação social dos estudantes; v) os conceitos são aplicáveis em contextos científicos diferentes dos escolares; vi) trata-se de um tema que desperta interesse e entusiasmo nos estudantes; vii) o tema selecionado contribui para estimular a capacidade dos indivíduos refletirem acerca do valor filosófico de determinados conceitos, como por exemplo, das questões relativas ao significado da humanidade, do bem-estar individual e coletivo, da certeza e da dúvida; viii) o conteúdo proposto enriquecerá a infância dos alunos; e ix) os assuntos e os conceitos de Ciência e Tecnologia podem ser estudados de forma ajustada e segura com os recursos disponíveis.

Reforçando as ideias anteriores, Tenreiro-Vieira e Vieira (2010) e Vieira et al. (2011) reconhecem que os conteúdos CTSA: i) apresentam potencial interesse para os alunos e relevância social; ii) enfocam as interações CTSA que contribuem para que o aluno compreenda o mundo na sua complexidade e globalidade; iii) fazem apelo ao pluralismo metodológico; e iv) têm potencial de contextualização da aprendizagem através da abordagem de situações-problema que incentivam os alunos a usar capacidades de pensamento e atitudes de forma eficaz. Assim, para implementar o ensino das Ciências com orientação CTSA, estes autores afirmam que é fundamental selecionar temas de relevância social que envolvem a Ciência e a Tecnologia e o Ambiente; identificar, explorar e resolver problemas, situações-problema ou questões, com interesse e impacto pessoal, local e global, que suscitem a curiosidade, o interesse e a necessidade de (re)construir conhecimento, desenvolver capacidades e atitudes e esclarecer processos da Ciência e da Tecnologia, bem como das suas inter-relações com a Sociedade e o Ambiente. É, também, fundamental envolver ativamente os alunos na procura de informação que pode ser usada na resolução de problemas, tornando-os conscientes das suas responsabilidades enquanto cidadãos. A abordagem de problemas, situações ou questões, deve ser feita num contexto interdisciplinar e no contexto de perspetivas pessoais e sociais, permitindo a compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade. É, ainda, necessário consciencializar os alunos de que tudo está ligado e que a Terra é um sistema global pelo que uma ação local pode ter impacto não só a nível local, como também a nível mundial.

De igual forma, Pereira (2012) defende que os temas/conteúdos CTSA deverão:

- i) ter em conta aspetos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade numa perspetiva de educação para uma atuação democrática;
- ii) apresentar uma dimensão multicultural;
- iii) levar à compreensão do impacto ambiental a nível global na qualidade de vida;
- iv) considerar aspetos económicos e industriais da Tecnologia;
- v) enfatizar a necessidade de compreender a natureza limitada do conhecimento científico;
- e vi) evidenciar a discussão de opiniões e de valores pessoais numa perspetiva de ação.

Em relação a esta temática, Prieto et al. (2012) reconhecem que a Ciência e a Tecnologia resultam cada vez mais difíceis de separar. Por um lado, está a necessidade de considerar estas duas dimensões como dois sistemas que se interrelacionam intelectual e socialmente e, por outro, a necessidade de selecionar problemas e exemplos que manifestem esta realidade. Assim, os autores consideram que é necessário proporcionar aos alunos uma formação científico-tecnológica que lhes permita tomar decisões responsáveis na Sociedade e, portanto, é necessário recorrer a uma educação científica com orientação CTSA para que os contextos científicos, tecnológico e sociais sejam identificados e analisados de maneira conjunta, o que exige interdisciplinaridade entre os conteúdos, integração de conhecimentos anteriores nos contextos académicos e sociais, e análise de problemas atuais que influenciam a Sociedade em que vivemos.

Para além da importância dos temas/conteúdos CTSA, é também fundamental que a abordagem dos temas/conceitos científicos seja contextualizada e que a aprendizagem ocorra a partir de exemplos da vida quotidiana dos alunos, tornando, a Ciência mais próxima e motivante. Contudo, tal como sugerem Chassot (2010) e Fachini, Pfiffer e Souza-Silva (2013) os temas/conteúdos de Ciências, continuam a ser tratados de maneira descontextualizada e sem discussão sobre a sua relevância e o seu significado, de tal forma que os alunos não se sentem motivados nem interessados pela aprendizagem das Ciências.

Mas, para que a aprendizagem seja motivante, interessante e significativa é necessário motivar os alunos recorrendo a assuntos que despertem o seu interesse em sala de aula. Assim, a necessidade de contextualizar o ensino, estabelecendo inter-relações com diferentes áreas do conhecimento e abordando os conteúdos de Ciências tendo em consideração o quotidiano dos alunos, torna-se fundamental.

No entanto, a interdisciplinaridade pressupõe uma revisão do pensamento disciplinar, no sentido da intensificação do diálogo, das trocas, da integração conceitual e metodológica nos diferentes campos do saber (Fachini et al., 2013). A mesma opinião

apresentam Duso e Maestrelli (2013), pois consideram que a interdisciplinaridade requer a procura e a sistematização de conhecimentos provenientes de diversas áreas de modo a ser possível resolver problemas reais, o que pressupõe a integração das relações da Ciência com outras áreas do saber.

A importância da interdisciplinaridade dos conteúdos também é reconhecida pelo *National Research Council -NRC* (2012) que propôs o *Framework for K-12 Science Education-crosscutting concepts*, no qual se defende que os conceitos/conteúdos devem ser abordados de forma interdisciplinar, entre variadas disciplinas científicas e tecnológicas, por forma a ajudarem os alunos construir uma estrutura conceptual onde esses conhecimentos das diferentes disciplinas são relacionados e unidos numa visão coerente e científica acerca do mundo.

De acordo com estas recomendações, consideramos que a interdisciplinaridade é necessária para que se possa perceber a integração de diferentes conteúdos e conceitos, de maneira clara e objetiva, aproveitando os contextos socio-ambientais em que o aluno está inserido para compreender o mundo. Deste modo, deverão privilegiar-se conteúdos de temas diversos que permitam estabelecer inter-relações entre si, que sejam integrados nas várias áreas do conhecimento, que sejam socialmente controversos e relevantes e que contemplem as interações CTSA, de forma a promover a literacia científica dos alunos e contribuir para uma educação para uma cidadania ativa, consciente, responsável e informada.

Domènech et al., (2012) referem-se a estes temas como «*controvérsias sociocientíficas*» (*Socioscientific Issues*), correspondem a problemas socialmente relevantes e complexos que se caracterizam por estar relacionados com o mundo real. A este respeito, Torres e Solbes (2012) consideram que os temas controversos e as questões socio-científicas abordadas nas aulas de Ciências podem contribuir para formação dos alunos, na medida em que os torna capazes de participar de forma ativa e fundamentada na Sociedade, de enfrentarem conflitos, formularem opiniões, tomarem decisões informadas e serem capazes de argumentar de forma correta acerca de variados assuntos em contextos atuais.

Do que ficou exposto, parece-nos poder concluir, tal como España & Prieto (2009) e Domènech et al. (2012), que os temas científicos socialmente controversos favorecem a literacia científica dos alunos e as aulas de Ciências que os privilegiam podem constituir-se como um contexto adequado, que contribui para a formação de cidadãos conscientes dos avanços científico-tecnológicos capazes de tomar decisões

responsáveis e informadas quer dos conhecimentos científicos quer de questões éticas e morais implicadas.

2.1.5 - Perspetivas, modelos e estratégias de ensino/aprendizagem

2.1.5.1 - Do Behaviorismo ao Construtivismo

Ao longo dos tempos, o ensino das Ciências refletiu a visão epistemológica e os postulados sobre a aprendizagem e as correntes psicológicas dominantes em cada época. Assim, as psicológicas da aprendizagem que foram influenciando a Educação em geral e a Educação em Ciências, foram o Behaviorismo, o Cognitivismo, o Construtivismo e ultimamente o Socio-construtivismo.

Não sendo nossa intenção fazer um estudo pormenorizado, apresentamos, de seguida, algumas considerações sobre estas correntes psicológicas da aprendizagem que nos explicam como é que os alunos aprendem e fundamentam a dinâmica do processo de ensino/aprendizagem.

BEHAVIORISMO

O Behaviorismo surgiu no início do século XX, centra-se no comportamento humano e defende a noção de que o conhecimento é um estado que pode ser alcançado (se não for já inato) através do raciocínio ou das experiências. A Perspetiva Behaviorista, influenciada por autores como Thorndike (1913), Watson (1913), Pavlov (1927) e Skinner (1976), entre outros, entende que a aprendizagem é a mudança no comportamento observável do sujeito, causada por um estímulo exterior e considera que a resposta a esse estímulo pode ser observada quantitativamente, ignorando os processos de pensamento que possam ocorrer entretanto.

Na perspetiva behaviorista, a aprendizagem será então um comportamento observável, adquirido de forma mecânica e automática através de estímulos e respostas, assente nos seguintes pressupostos: i) a aprendizagem acontece através da repetição a estímulos; ii) os reforços positivos e negativos têm influência fundamental para a formação dos hábitos desejados; iii) a aprendizagem ocorre melhor se as atividades forem graduadas; iv) o comportamento observável é mais valorizado, resultando de respostas a estímulos emitidas pelo sujeito; e v) a aprendizagem está relacionada com mudança de comportamento. No Behaviorismo, a origem do saber do aluno baseia-se no

saber do professor. O professor sabe o que os alunos precisam de aprender – cabe ao professor transferir este saber ao aluno de forma mais simples possível. Para os behavioristas, o professor não está interessado em controlar ou observar o processo de aprendizagem em si, mas sim nos resultados do aluno, sendo apenas um transmissor do conhecimento. O aluno recebe do professor um feedback positivo ou negativo e tem um papel meramente passivo pois limita-se a escutar o professor, a repetir as informações transmitidas.

(Araújo, 2010; Maia, 2007; Pavlov, 1927; Skinner, 1976; Thorndike, 1913; Vasconcelos, Praia & Almeida, 2003; Watson, 1913).

COGNITIVISMO

Foram identificadas algumas limitações à abordagem Behaviorista, principalmente por não considerar os processos do pensamento. A aprendizagem humana passou a ser vista como um processo de «processamento de informação» no qual a informação recebida pelo aprendiz é processada na memória de curto prazo, juntamente com o conhecimento prévio e, em função disso, é transferida para a memória de longo prazo para ser armazenada e depois consultada. Assim, contrariando o Behaviorismo, o Cognitivismo procura analisar a mente, o que permite ao sujeito interpretar os estímulos e ter poder de decisão e atuação.

De entre as teorias cognitivistas destacam-se alguns nomes importantes como Piaget (1964, 1968, 1983) e Ausubel (1980, 1981). Piaget considera quatro estádios de desenvolvimento intelectual (sensório-motor, pré-operatório, concreto e formal) e portanto as situações de aprendizagem devem respeitar os estádios de desenvolvimento do aluno garantindo que as suas estruturas cognitivas estão em condições para a aquisição de novos conhecimentos. Piaget defende ainda que a nova informação recebida se alicerça na estrutura cognitiva do aluno, que poderá ser alterada para acomodar essa informação. Assim, a aprendizagem passou a centrar-se nos processos cognitivos que ocorrem na mente do aprendiz, que passou a ser considerada como um armazém onde se guardam informações (memória do indivíduo), sendo a aquisição de conhecimentos o resultado de uma forte memorização destes elementos. Ausubel (1980, 1981) defende que «o que o aluno aprende» tem que lhe fazer sentido (aprendizagem significativa), sendo a aprendizagem um processo em que as novas informações se relacionam com informações já existentes (armazenamento de informação para ser utilizada mais tarde) e pelo qual a mente adquire e reorganiza as suas estruturas

cognitivas. O conhecimento constrói-se e organiza-se através de respostas a estímulos externos.

O Cognitivismo assenta nos seguintes pressupostos: i) a aprendizagem é um processo de armazenamento de informações; ii) pode existir transferência de conhecimentos adquiridos de um contexto para outro; iii) a construção do conhecimento é efetuada através da interação da experiência sensorial e da razão; iv) a interação com o meio é necessária para o desenvolvimento do indivíduo; e v) aborda o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Para os cognitivistas a aprendizagem é um processo dinâmico e o aluno é um interveniente ativo no processo sendo capaz de planear, rever e refletir. No Cognitivismo todo o processo de ensino/aprendizagem é vigiado e organizado pelo professor que tenta ajudar o aluno a superar hipóteses erradas, atitudes erradas de aprendizagem, etc., e a melhorar o processo de reflexão para que o aluno adquira um modelo mental consistente do tema em questão. Assim, na perspetiva Cognitivista o papel do professor é essencialmente de mediador, orientador e coordenador, propondo problemas novos que despertem nos alunos a construção do conhecimento, e o aluno desempenha um papel ativo e observador realizando atividades para encontrar uma solução para os problemas que lhe são apresentados, nas quais deve poder experimentar, comparar, relacionar, analisar, levantar hipóteses, argumentar, etc.

(Araújo, 2010; Ausubel, 1980, 1981; Maia, 2007; Piaget, 1983; Pires, 2001; Vasconcelos, Praia & Almeida, 2003).

CONSTRUTIVISMO

Em alternativa às teorias de aprendizagem tradicionais (Behaviorismo e Cognitivismo) desenvolveram-se, com base nos trabalhos de Piaget, um conjunto de conceitos e princípios relevantes para a aprendizagem - o Construtivismo (abordado mais pormenorizadamente na secção 1.2.1.1) – para o qual o conhecimento não é considerado intrínseco mas sim construído por cada indivíduo à medida que interage com o mundo que o rodeia, relacionando as novas informações recebidas com as suas experiências anteriores.

Os construtivistas consideram que os indivíduos possuem um modelo mental, que corresponde ao seu nível de conhecimentos, e que é o próprio sujeito o principal responsável pela aquisição de novos conceitos, construindo e promovendo o seu desenvolvimento cognitivo. O processo de ensino/aprendizagem está centrado no aluno

(sujeito ativo) e a aprendizagem é o processo pelo qual o aluno constrói o seu conhecimento, sendo a informação transformada em conhecimento pessoal, tendo em conta que existem processos pelos quais a nova informação é integrada no modelo mental já existente. A integração da informação é feita tendo em conta os conhecimentos que o indivíduo já possui, sendo, por isso, um processo individual de negociação de significado, no qual a nova informação provoca alterações no modelo mental, o que promoverá o desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Deste modo as informações são recebidas e trabalhadas de acordo com os esquemas pré-existentes, obrigando quer à reestruturação desses esquemas, quer à construção de novos esquemas - processo de assimilação e acomodação. Os processos de assimilação e acomodação podem dar lugar a conflitos ou desequilíbrios provocados pelo modelo mental que o aluno já possui, levando-o a procurar uma nova situação o que levará à construção de novas relações e novas organizações dos seus esquemas.

No Construtivismo destacam-se autores como Bruner (1961, 1966, 1975) e Vygotsky (1988, 1996). Bruner realça o papel da interiorização dos acontecimentos, das interações sistemáticas e da linguagem do desenvolvimento intelectual. De acordo com este autor, as estruturas cognitivas (esquemas e modelos mentais) atribuem significado e organizam as experiências e o professor deverá encorajar os alunos a descobrirem os princípios, através de um diálogo ativo (aprendizagem por descoberta). Vygotsky defende que o professor assume um papel de facilitador da aprendizagem, orientando os alunos nas suas diversas atividades, guiando-os no seu percurso de aprendizagem e deixa de ser o centro do saber para ser um «parceiro mais experiente» no processo de aprendizagem, facultando ao aluno um ambiente favorável e motivante para a sua aprendizagem, permitindo o debate de ideias entre os participantes e de confrontação de diferentes perspetivas e pontos de vista, bem como a capacidade de comunicação e de refletir sobre problemas e de resolvê-los. Vygostky, tal como Piaget, desvaloriza a aprendizagem por imitação, demonstração, exemplificação e a prática dirigida, pois considera que a aprendizagem é significativa quando ocorre em interação entre pares/grupo. O autor dá ênfase às dimensões social e cultural no desenvolvimento da mente, sendo que a aprendizagem não deve ser dissociada do seu contexto social. Bruner e Vygotsky valorizam os contextos culturais e o papel da linguagem no processo de construção do conhecimento e de desenvolvimento cognitivo.

Esta teoria de aprendizagem apoia-se em pressupostos como: i) valorizar o aluno na sua dimensão pessoal; ii) promover a autorrealização e o crescimento pessoal; iii) o

indivíduo ser livre de fazer as suas escolhas e ser visto como fonte dos seus atos; e vi) a aprendizagem não será apenas um aumento de conhecimento, mas influenciará escolhas e atitudes. De acordo com a visão construtivista da aprendizagem, o professor deve ser capaz de ajudar o aluno a entender um determinado assunto através do diálogo, dando-lhe oportunidade de expor as suas ideias na procura de uma solução aos problemas identificados, deve estimular e orientar a aprendizagem, sendo o conhecimento construído pelo aluno em interação professor/aluno ou aluno/aluno. Relativamente ao aluno, este deve desempenhar um papel ativo e interagir com o professor e com outros alunos, construir o seu próprio conhecimento, mudando significados e/ou conceitos, à medida que discute e debate ideias com os restantes intervenientes implicados no processo de ensino/aprendizagem.

(Araújo, 2010; Bruner, 1961, 1966, 1975; Pires, 2001; Vasconcelos, Praia & Almeida, 2003; Vygotsky, 1988, 1996).

Do exposto, o Behaviorismo, o Cognitivismo e o Construtivismo são teorias da aprendizagem que apresentam diferentes pressupostos quanto à natureza do conhecimento, à forma como ocorre e se processa a aprendizagem e aos papéis desempenhados pelo professor e o aluno. De entre estas teorias, o Construtivismo, e mais concretamente o Socio-construtivismo como se apresenta na secção seguinte, é considerado como a Perspetiva de Aprendizagem predominante nos dias de hoje na Educação em Ciências.

2.1.5.1.1 – Do Construtivismo ao socio-construtivismo - Perspetiva de aprendizagem predominante na Educação em Ciências

Durante muito tempo a escola assumiu um ensino de carácter transmissivo em que o professor era visto como o único detentor do conhecimento absoluto, sendo o aluno um sujeito passivo e submisso. Hoje em dia, podemos afirmar que o professor não é mais visto como o detentor do conhecimento absoluto, mas sim como um orientador desse conhecimento, passando o aluno a ser um interveniente ativo na construção do seu conhecimento. Além disso, como temos vindo a referir, a interdependência entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente é cada vez maior e, portanto, é necessário que o ensino das Ciências prepare os alunos para que possam adquirir conhecimentos e desenvolver competências, capacidades e destrezas tais como as que

temos vindo a referir (capacidades de pensamento crítico, de resolução de problemas, de raciocínio, de argumentação, etc.) que lhe permitam compreender o mundo e agir de forma consciente sobre ele.

Para dotar um indivíduo com estas características, um dos fatores essenciais passa pela mudança no processo de ensino/aprendizagem, pois em vez da mera transmissão de conhecimentos é preciso que se crie um ambiente adequado, no qual o professor estimule e oriente as tarefas propostas, onde os alunos de meros ouvintes passem a desempenhar um papel interventivo.

O Construtivismo surgiu como um dos movimentos predominantes na Educação no século XX, em particular, no ensino das Ciências. Trata-se, como já dissemos, de uma Corrente Psicológica sobre a aprendizagem que considera fundamental a implicação mental do indivíduo como agente das suas aprendizagens. A aprendizagem é vista como um processo ativo, no qual o indivíduo contrói o seu conhecimento em interação com o meio e com intervenção dos conhecimentos pré-existentes, para os construtivistas, aquilo que o aluno já sabe é um factor crítico que afeta a aprendizagem futura.

Compreendemos o Construtivismo como uma perspetiva de ensino/aprendizagem que amplia o conceito de aprendizagem por descoberta orientada, que valoriza em simultâneo os conteúdos e os processos e implica ativamente o aluno na construção do próprio conhecimento. Entende-se por sujeito ativo aquele que compara, ordena, exclui, classifica, reformula, relaciona, comprova, interpreta, formula hipóteses, etc. Assim, o aluno, enquanto interveniente ativo na construção do conhecimento, aprenderá através de suas próprias ações sobre os objetos do mundo, e construirá as suas próprias categorias de pensamento, ao mesmo tempo que organiza o seu mundo. Nesta perspetiva, a aprendizagem deverá ser vista como um processo de construção/reconstrução do conhecimento e o ensino como uma ação facilitadora desse processo, ou seja, assume-se a aprendizagem como um processo pessoal de construção de significados e conhecimentos onde o aluno tem uma participação ativa e primordial (Cachapuz et al, 2005a; Fernandes, 2011; Pires, 2010; Vasconcelos, Praia & Almeida, 2003).

Assumir uma orientação construtivista para a aprendizagem e o ensino das Ciências, implica considerar que: a) a aprendizagem é um processo ativo e que a aquisição de conceitos se faz em idades precoces pois, desde cedo, as crianças começam a desenvolver progressivamente as suas próprias conceções acerca do mundo

(concepções alternativas/ideias prévias), a estar atentas a determinadas regularidades, a identificá-las através de uma designação; b) as concepções ingênuas de determinadas regularidades são comuns a muitas pessoas e encontram-se, por vezes, muito enraizadas na forma de pensar e de agir dos indivíduos, afetando claramente as suas aprendizagens; e; c) o conhecimento do aluno influencia aquilo que ele procura conhecer ou aquilo que outros procuram que ele conheça (Martins et al., 2007).

Na procura incessante de compreender os mistérios do mundo, ainda inexplicáveis, a criança apresenta hipóteses para explicar os fenómenos que a rodeiam. Embora espontâneas, essas hipóteses são, de certa forma, influenciadas pelo conhecimento que a criança já possui devido às influências do meio social. As concepções que as crianças possuem sobre os factos com os quais convivem são o produto de inter-relações entre o meio envolvente e o seu modo de observar e pensar. Suportando estas concepções, encontra-se um conhecimento prévio que, por vezes, pode ser errado constituindo-se como alternativo ao conhecimento científico correto, mas que pode ser transformado em verdadeiras aprendizagens e resultar em verdadeiro conhecimento científico.

De acordo com estes pressupostos, emergiu na Educação em Ciências o Movimento das Concepções Alternativas (MCA), o qual implicou consideráveis alterações no processo de aprendizagem da Ciência. Este movimento, com principal incidência nos anos 80 nos EUA (Helm & Novak, 1983) e em França (Delacôte, Tiberghien & Schwartz, 1983), assume que os alunos já têm conhecimentos sobre os conteúdos da aprendizagem escolar antes desta se efetuar e que a identificação desses conhecimentos/concepções é fundamental no desenvolvimento das atividades de aprendizagem com que se pretende reestruturá-las. Igual opinião apresenta Pereira (2012) quando afirma que a aprendizagem deve ser baseada naquilo que a criança já sabe, isto é, deve partir das concepções dos alunos, e que são as situações de ensino sobre as quais a criança já teve oportunidade de construir conhecimento que poderão despertar a curiosidade e o interesse que a motive para novas investigações, uma vez que se coloca e contextualiza a Ciência no seu próprio mundo.

Segundo Martins et al. (2007), o conhecimento acerca das concepções alternativas pode ser resumido do seguinte modo: i) os alunos, quando chegam à escola, são detentores de várias concepções alternativas, muitas das quais apresentam uma lógica interna apreciável; ii) as concepções alternativas são persistentes e não são ultrapassadas com estratégias de ensino tradicionais; iii) as concepções alternativas apresentam um

certo isomorfismo com concepções de cientistas vigentes em épocas anteriores; iv) as concepções alternativas dos alunos interagem com aquilo que se ensina na escola.

Entendemos, por isso, que as concepções alternativas dos alunos podem constituir-se como um obstáculo à sua aprendizagem, pelo que é necessário que o professor seja capaz de identificá-las para que possam dar lugar a verdadeiro conhecimento. Para tal, o professor pode recorrer a estratégias como: i) solicitar esquemas/desenhos legendados; explicação de um dado esquema/imagem; definição de termos (oralmente/por escrito, individualmente/em grupo); interpretação de fenómenos comuns; ii) utilizar desenhos tipo *cartoon* nos quais se apresentem diferentes justificações; iii) apresentar situações para os alunos refletirem e deixar que eles as discutam; iv) apresentar analogias aos alunos e deixar que eles justifiquem a sua escolha; e v) organizar as atividades práticas/experimentais/laboratoriais segundo a sequência: prevê, observa, compara, explica e aplica.

Martins et al. (2007) acrescentam, ainda, que as concepções alternativas podem ter origens muito diversas, destacando-se, a *origem sensorial* (concepções do tipo espontâneo que se formam para dar sentido às atividades quotidianas), a *origem cultural* (representações sociais, para as quais contribuem o ambiente sociocultural próximo do aluno) e a *origem escolar* (concepções desacuadas, abordagens simplificadas ou deformadas de certos conceitos, as quais conduzem a uma compreensão errada ou deformada dos alunos).

Dadas as diversas origens das concepções alterativas dos alunos e as influências dos aspetos socioculturais na aprendizagem, passou a falar-se num Construtivismo Social ou Sócio-construtivismo, teoria que envolveu um estudo mais aprofundado das interações sociais nos ambientes de aprendizagem.

Desta forma, aplicar o paradigma da aprendizagem Socio-Construtivista às Ciências, implica considerar a importância da aprendizagem em interacção social, bem como, promover a aprendizagem dos conteúdos científicos relacionando-os com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA) (Pires, 2010).

Neste sentido, é hoje aceite pela maioria dos implicados no processo de ensino/aprendizagem, que as concepções alternativas dos alunos, isto é, as ideias que eles já possuem, construídas em interacção com o mundo que os rodeia, estão na base de qualquer atividade intelectual e de aquisição de conhecimento. Para salientar a natureza interativa das transformações que ocorrem no desenvolvimento, Vygotsky (1988, 1996) defende que a criança aprende em interacção social e que o desenvolvimento nunca é

definido pelo que já está amadurecido, mas sim pelo processo de amadurecimento das ideias das crianças. Desta forma, introduziu o conceito de *zona de desenvolvimento proximal* (ZDP), que pode ser definida como sendo a distância entre o atual desenvolvimento, determinado pela resolução independente de problemas, e o nível mais elevado de potencial de desenvolvimento, determinado pela resolução de problemas sob a orientação de adultos ou em colaboração com pares mais capazes. É na ZDP que, graças à interação com outros mais capazes, a criança constrói verdadeiro conhecimento.

Na opinião de Pires et al. (2004), uma perspectiva de aprendizagem baseada em pressupostos que conjugam o interacionismo simbólico com o construtivismo social, promove o sucesso escolar dos alunos. Segundo as autoras, esta perspectiva de aprendizagem acerca do aluno ativo, que aprende em contextos sociais diversificados, e do papel do professor como construtor de contextos sociais promotores da aprendizagem, é fundamentada nas ideias de Vygotsky. A este respeito as autoras referem que:

De acordo com uma abordagem Vygotskyana, a aprendizagem envolve a construção social do conhecimento, para a qual é fundamental a natureza das interações sociais que o professor promove no contexto da sala de aula. Além disso, para que a aprendizagem seja significativa e para que permita o desenvolvimento de todo o potencial cognitivo da criança, o professor deve promover um processo de aprendizagem que vá além do desenvolvimento real da criança, explorando, assim, o seu desenvolvimento potencial, através da criação da *zona de desenvolvimento proximal*. Isto chama a atenção para a importância de processos de ensino-aprendizagem que não se baseiem num baixo nível de exigência conceptual e implica que a criança aprenda em contextos que permitam o diálogo/interação com os outros, ou seja, com experiências de vida relacionadas com diferentes ambientes sociais e culturais (Pires et al, 2004, p. 3).

Concordamos com a opinião das autoras e, por isso, entendemos que o ensino e a aprendizagem da Ciência deve ser feito numa perspectiva sócio-construtivista com orientação CTSA, em ambientes de colaboração segundo uma aprendizagem cooperativa, mediante a qual os alunos aprendem em interação social e expõem as suas ideias, podendo ter como base um modelo de ensino adequado aos alunos e um conjunto diversificado de estratégias.

2.1.5.2 - Modelos de ensino

Diferentes formas de entender a aprendizagem conduziram a diferentes modelos de ensino. Consideramos cinco os principais modelos de ensino: Ensino por Descoberta (EPD), Ensino por Transmissão – Receção (EPT), Ensino Colaborativo/Cooperativo (EC), Ensino por Mudança Conceptual (EMC) e Ensino por Pesquisa (EPP). Apresenta-se, a seguir, uma breve caracterização de cada um dos modelos apresentados:

- Ensino por Descoberta (EPD) (de visão essencialmente construtivista):

Num modelo de ensino por descoberta com base nos pressupostos de aprendizagem de Bruner (1961, 1975), existe uma regra fundamental: o aluno constrói o seu próprio conhecimento. Na aprendizagem por descoberta significativa, o aluno descobre o conhecimento que irá incorporar na sua estrutura cognitiva e o conhecimento que ele constrói permite que se estabeleça uma relação única entre este conhecimento e o seu possuidor.

Bruner (1961, 1975) defende a ideia de que, quer o aluno, quer o cientista, cada um no seu próprio campo de construção, reorganizam e transformam evidências obtendo a partir daí novos «insights». O autor considera que para promover o desenvolvimento cognitivo dos alunos, a aprendizagem por descoberta deve ser encorajada na medida em que: i) aumenta a potência intelectual do aluno, pois é o próprio aluno que constrói e organiza as informações e cria regularidades e relações entre elas que lhe permitem resolver situações novas; ii) potencia a mudança da motivação extrínseca (motivação influenciada por estímulos externos) para a motivação intrínseca (motivação e prazer de aprender, melhorando a autonomia e a autoconfiança do aluno); iii) aumenta a conservação da memória do conhecimento aprendido; e iv) desenvolve estratégias de abordagem e de resolução de problemas, pois com a prática da descoberta adquirem-se competências que podem ser utilizadas noutros campos do saber.

Segundo este modelo de ensino, a educação está centrada na compreensão dos processos científicos e o professor desempenha um papel de organizador das situações de aprendizagem, devendo orientar as tarefas dos alunos recorrendo a reforços positivos, proporcionando material adequado para que eles possam fazer as suas descobertas, apresentando-lhes problemas/questões para serem investigados e, ao mesmo tempo, estimulando-os a fazerem previsões. Deve, também, proporcionar aos

alunos a transferência de conhecimentos para situações novas para serem resolvidas com as aprendizagens adquiridas. O aluno é interveniente ativo no processo ensino/aprendizagem, é visto como *aluno – cientista* ou *aluno – investigador* e constrói o seu próprio conhecimento. O conhecimento do mundo baseia-se em modelos da realidade construídos pelo próprio (teoria de estádios Socio-Cognitivos) e o desenvolvimento psicológico faz-se passando por diferentes representações (ativa, icónica e simbólica).

Este modelo de ensino enfatiza mais o processo de aquisição dos conteúdos do que os próprios conteúdos, ou seja, valoriza mais o processo do que o produto da aprendizagem, e permite desenvolver, mais facilmente, competências no domínio do raciocínio e do conhecimento processual, bem como competências ao nível do conhecimento substantivo, do conhecimento epistemológico, da comunicação e das atitudes. A ênfase da aprendizagem é, assim, colocada no aluno e nos processos de aprendizagem, no entanto, assume-se o ensino das Ciências como muito centrado nos processos científicos e nos métodos de trabalho dos cientistas e são desvalorizadas as influências tecnológicas e sociais na construção do conhecimento científico.

(Bruner, 1961, 1975; Cachapuz et al, 2005a; Pires, 2010; Roldão, 1995; Vasconcelos et al, 2003).

- Ensino por Transmissão – Receção (EPT) (de visão essencialmente cognitivista):

Num modelo de ensino por receção com base nos pressupostos da teoria de aprendizagem de Ausubel (1980, 1981), o conteúdo do conhecimento a aprender é apresentado na forma de produto final, ou seja, os conteúdos e a estrutura do material são fornecidos pelo professor.

O autor considera duas modalidades de aprendizagem por receção: aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. Estes dois tipos de aprendizagem caracterizam-se quanto à forma através da qual a informação é adquirida na estrutura cognitiva. Assim, na aprendizagem mecânica «a tarefa de aprendizagem não é potencialmente significativa nem se torna significativa no processo de interiorização», isto é, os novos dados de conhecimento não são ligados a conceitos que o sujeito já possui na sua estrutura cognitiva. Este tipo de aprendizagem resulta da aquisição de material linearmente interiorizado, como por exemplo, decorar séries de termos ou de associação de pares. Relativamente à aprendizagem significativa, «a aprendizagem potencialmente significativa é compreendida ou tornada significativa no processo de

interiorização», isto é, existe conexão entre os conceitos existentes na estrutura cognitiva do sujeito e os novos dados de informação que se lhe apresentam. Ocorre aprendizagem significativa quando o aluno relaciona as novas informações com outras que já possui ou quando adota estratégias convenientes para a reorganização dos materiais (conteúdos) apreendidos. Desta forma, conteúdo significativo é qualquer material que potencialmente pode ser apreendido de um modo significativo, sendo a aprendizagem significativa fundamental em termos de aquisição de conhecimentos e, por isso deve ser privilegiada em relação à aprendizagem mecânica.

De acordo com a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (1980, 1981), a aprendizagem ocorre, como já referimos, quando uma nova informação/conteúdo se ancora em conceitos/ideias relevantes, com significado para o aluno e já existentes, na sua estrutura cognitiva, relacionando-se o novo conteúdo com os conhecimentos já existentes, e nesse caso, o que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já conhece, sendo que este não necessita de ser um interveniente no processo de ensino/aprendizagem.

A ênfase do modelo de ensino por receção assenta no papel que se atribui à aquisição e formação de conceitos na aprendizagem significativa. Desta forma, a estrutura cognitiva do aluno desenvolve-se pela aquisição de conteúdos significativos para a aprendizagem, sendo, por sua vez, conteúdos significativos de aprendizagem aqueles que potencialmente podem ser incorporados, de forma não arbitrária, na estrutura cognitiva. O papel do professor é, principalmente, o de transmitir a matéria, demonstrar conceitos, seguindo as propostas do manual escolar, onde o questionamento, geralmente, se baseia em perguntas factuais. O professor transmite o conhecimento ao aluno que, por sua vez, deverá ser capaz de interiorizar e reproduzir. A ênfase da aprendizagem é colocada no professor e nos conteúdos da aprendizagem. Assim, para evitar uma aprendizagem mecânica de conteúdos em que o aluno é um mero reproduzidor de informação, o professor deve transmitir conteúdos significativos e com sentido para os alunos, deve estabelecer ligações entre o novo conteúdo/conceito e aquilo que o aluno já conhece, deve dissuadir os alunos da aprendizagem momorística e deve, também, proporcionar a transferência de conhecimentos para situações novas para serem resolvidas com as aprendizagens adquiridas.

(Ausubel, 1980, 1981; Moreira & Masini, 2010; Pires, 2010; Vasconcelos et al, 2003).

- Ensino Colaborativo/Cooperativo (EC) (de visão essencialmente sócio-construtivista):

De acordo com as principais ideias da teoria de Vygotsky, o modelo de ensino colaborativo/cooperativo (EC) pretende promover no aluno a aprendizagem em cooperação com os outros, quando inserido em contextos sociais diversificados que promovem a interação social, é um interveniente ativo no processo de aprendizagem. O desenvolvimento do aluno é definido pelo seu nível real de desenvolvimento (aquilo que a criança é capaz de fazer independentemente) e pelo seu nível potencial de desenvolvimento (aquilo que a criança é capaz de fazer em colaboração com outros), sendo que a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é vista como a distância entre estes dois níveis. É a instrução (ensino/aprendizagem) que cria a ZDP, estabelecendo-se assim a relação entre aprendizagem e desenvolvimento.

Deste modo, a ênfase da aprendizagem é colocada no aluno e nos contextos de aprendizagem. O professor deve estabelecer um clima de aprendizagem favorável, baseado na confiança, segurança e aceitação social, fomentar a participação de todos os alunos nas diversas atividades, promover tarefas de ensino/aprendizagem que vão além do desenvolvimento real do aluno, explorando a ZDP e promovendo o desenvolvimento potencial, ajudar os alunos a expor ideias e confrontar diferentes pontos de vista, estabelecer relações explícitas entre os novos conteúdos e os conhecimentos anteriores dos alunos e proporcionar transferência de conhecimentos para situações novas. Através do trabalho colaborativo os alunos podem realizar, entre outras, atividades de resolução de problemas, argumentação, discussão de temas diversos, em pequeno ou grande grupo, levando o aluno a compreender e aceitar outros pontos de vista. Deste modo, o trabalho colaborativo/cooperativo contribui para o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e interpessoais.

(Albino, 2012; Almeida & Cesar, 2007; Andrade, 2011; Lopes & Silva, 2009; Pires, 2010).

- Ensino por Mudança Conceptual (EMC) (de visão essencialmente cognitivista/construtivista):

Na década de 80 vários autores (Driver, 1981; Helm & Novak, 1983 citados por Pires, 2010) desenvolveram estudos que se preocupavam com as ideias dos alunos em relação aos vários conceitos científicos apreendidos na escola. As pesquisas desenvolvidas nestes estudos, conhecidas como *Movimento de Conceções Alternativas* (MCA), concluíram que os alunos, quando chegam à sala de aulas de ciências, já

possuem ideias próprias e, por vezes, alternativas em relação ao conhecimento científico aceite, sobre vários fenómenos, conceitos e processos científicos. Concluíram, também, que estas ideias dos alunos são pessoais (fazem parte da história de vida de cada um), fortemente influenciadas pelo contexto e bastante estáveis e resistentes à mudança, devendo, por isso, o ensino ser conduzido atendendo a essas ideias. Estas ideias prévias dos alunos, também conhecidas por ideias ingénuas ou concepções alternativas, são consideradas “*explicações pessoais para fenómenos concretos menos estruturados que o conhecimento científico (...) sendo para os alunos explicações que possuem lógica e coerência interna próprias e são entendidas como potenciais modelos explicativos de grande estabilidade*” (Magalhães, 2005, p.25).

Era, portanto, preciso encontrar estratégias de ensino capazes de favorecer a aprendizagem do aluno e permitir que essas ideias alternativas fossem modificadas em favor das concepções científicas.

Uma vez que as concepções alternativas dos alunos podem prejudicar fortemente a sua capacidade de absorver outras ideias e informações sobre os assuntos a serem ensinados, foram construídos modelos de ensino para lidar com as concepções alternativas e transformá-las em conceitos científicos, que passaremos a designar por Modelo de Ensino por Mudança Conceptual (EMC). Este modelo de ensino por MC fundamenta-se no pressuposto de que será possível uma mudança de conceitos se o aluno experimentar alguma insatisfação em relação às ideias prévias quando tenta usá-las numa nova situação e não consegue dar sentido à nova experiência. Após a insatisfação perante uma ideia prévia, uma nova ideia só pode torna-se aceite a capaz de substituir uma concepção não satisfatória se for: (i) *inteligível*, ou seja, se o sujeito conseguir gerar, a partir dela, representações coerentes; (ii) *plausível*, ou seja, se a nova concepção resolver problemas conhecidos e for consistente com outros conhecimentos que o aluno possui; e (iii) *fértil*, ou seja, conduzir a novas descobertas, mostrando o seu potencial de ser estendida para novas áreas e/ou situações.

De acordo com este modelo de ensino, a aprendizagem de novos conceitos poderá dar-se pelo processo de assimilação (captura conceptual) ou de acomodação (troca conceptual). O processo de assimilação ocorre quando o aluno usa os conceitos já existentes para trabalhar os novos, isto é, assimila o novo conhecimento ao conhecimento que possui. Quando os conceitos existentes são inadequados e não permitem compreender os fenómenos satisfatoriamente, é necessário o processo de acomodação, ou seja, a troca conceptual. Assim, a troca conceptual ocorre quando

existe insatisfação relativamente às concepções existentes e a nova concepção deve ser inteligível, verosímil/plausível e frutuosa.

Deste modo, o modelo de EMC corresponde à passagem dos pré-conceitos científicos que todos os alunos possuem, adquiridos no seu meio social, que frequentemente estão incorretos, para conteúdos verdadeiramente científicos. Os alunos são construtores da sua aprendizagem, apresentada como uma reconstrução das suas concepções alternativas que vão sendo transformadas em conhecimento científico. O ponto de partida do processo ensino-aprendizagem é a determinação das concepções alternativas dos alunos relativas a conceitos científicos e partindo destas, o professor organiza estratégias de conflito cognitivo para promover aprendizagens adequadas. Depois de determinar as concepções alternativas dos alunos, o professor promove o confronto de ideias dos alunos de forma a gerar insatisfação face às concepções determinadas permitindo, assim, a mudança conceptual através da superação de conflitos cognitivos. Os alunos constroem novas concepções e aplicam-nas em situações novas. No entanto, para poderem aprender os conceitos científicos, os alunos devem confrontar os seus pré-conceitos, compará-los com outros pontos de vista e discutir a discrepância entre eles e com o professor. Para isso, é necessário que o professor recorra ao trabalho de grupo, promova a resolução de problemas, desenvolva atividades experimentais em sala de aula, etc. e tenha em conta as seguintes estratégias capazes de promover com sucesso a mudança conceptual: a) proporcionar aos alunos oportunidades para explicitarem as suas próprias ideias; b) introduzir acontecimentos discrepantes que permitam gerar conflito cognitivo nos alunos; c) encorajar o aparecimento de esquemas conceptuais alternativos capazes de solucionar o problema; e d) criar oportunidades para que os alunos possam usar as novas ideias em situações diversas.

Apesar do modelo EMC apresentar vantagens entre as quais se destaca o papel ativo do aluno, também apresenta algumas desvantagens. Assim surgiram algumas limitações e críticas ao EMC. Uma das limitações relaciona-se com o facto da mudança conceptual ser um processo cognitivo lento, gradual e complexo. Outra crítica ao EMC refere-se à sobrevalorização dos conteúdos científicos em relação a aspetos como capacidades de pensamento, atitudes e valores em Ciência. As aprendizagens dos alunos centram-se nos conteúdos científicos e não em aprender «*sobre Ciência*». Imponha-se a necessidade do ensino das Ciências ter em conta aspetos processuais e axiológicos inerentes à reconstrução de conhecimento científico como, por exemplo, a natureza da Ciência, o papel do pensamento crítico, as tomadas de decisão e as

interações CTSA, característicos de um ensino por pesquisa, como veremos posteriormente.

(Pires, 2010; Magalhães, 2005; Vasconcelos et al, 2003).

- Ensino por Pesquisa (EPP) (de visão essencialmente cognitivista/construtivista):

O modelo de ensino por pesquisa (EPP), de índole essencialmente cognitivista/construtivista surge em oposição às críticas apresentadas ao EMC. Este modelo de ensino deixa de centrar a sua preocupação apenas na aquisição de conceitos por parte dos alunos, passando a centrar-se, também, no desenvolvimento de competências, valores e atitudes que passam a constar como propósitos a atingir. O ensino por pesquisa é um modelo de ensino que valoriza a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) que parte do pressuposto que a aprendizagem de novos conceitos e princípios científicos se faz a partir de problemas reais, de preferência do quotidiano dos alunos, desenvolvendo atividades com vista à solução dos mesmos.

No EPP, o aluno é visto como interveniente ativo, que assume um papel de pesquisador, e o professor como orientador, que incentiva os alunos a desenvolverem atitudes de responsabilidade e de aprendizagem cooperativa (Belo, 2007). Ou seja, o aluno desempenha um papel ativo na construção do conhecimento, e se a pesquisa for feita no âmbito de trabalho de grupo, assume uma atitude responsável e cooperativa com os colegas.

Trata-se de um modelo de ensino que pretende desenvolver nos alunos capacidades de pesquisa individual e de trabalho de grupo, proporcionando aprendizagens aplicáveis ao quotidiano e desenvolvendo competências úteis para a vida futura. Pretende, ainda, tornar os alunos autónomos e contribuir para o seu desenvolvimento pessoal e social. Ou seja, partindo de problemas relevantes para os alunos, *Ensino Contextualizado*, desenvolvem-se competências de pesquisa individual e de trabalho de grupo, preparando os para enfrentar o mundo que os rodeia. O EPP propõe abordagens não só a partir de questões científicas e técnicas, mas também a partir de problemáticas abertas, com raiz em questões sociais, culturais, ambientais e éticas.

De acordo com Cachapuz et al. (2005b) no EPP pretende-se que as aprendizagens contribuam para “o desenvolvimento pessoal e social dos alunos, num contexto de sociedades tecnologicamente desenvolvidas que se querem abertas e democráticas” (p.172). Desta forma, a imagem da Ciência neutra, imparcial e

independente dá lugar a uma imagem da Ciência contextualizada e fortemente influenciada pela Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Neste quadro, Cachapuz, Praia e Jorge (2002) advogam quatro argumentos organizativos que caracterizam o EPP: i) a necessidade de compreender o mundo na sua complexidade e globalidade, através duma visão holística, inter e transdisciplinar do estudo de problemáticas atuais; ii) a necessidade de reflexão acerca dos processos da Ciência, da Tecnologia e das suas inter-relações com a Sociedade e o Ambiente (CTSA), fomentado deste modo o desenvolvimento de competências, capacidades, atitudes e valores; iii) a existência de pluralismo de atividades e de estratégias de trabalho (trabalho experimental, trabalho de campo, leitura e estudo de textos científicos, debates em torno de temas controversos e a procura, seleção e organização de informação e, iv) a existência de uma avaliação formadora (não classificatória) aplicada de forma sistemática e contínua no processo de ensino/aprendizagem.

Tal como o modelo de ensino por descoberta e o modelo de ensino por mudança concetual, também o ensino por pesquisa recorre a várias estratégias e atividades, entre as quais, o trabalho experimental e o trabalho de campo mas, para além disso, valoriza a pesquisa e a seleção e organização de informação, bem como o debate de situações problemáticas e a discussão de temas controversos enformados em aspetos sociais, económicos e éticos da Ciência. O modelo de ensino por pesquisa pressupõe, assim a abordagem de situações - problema ligadas ao quotidiano dos alunos, que irão permitirão refletir sobre os processos da Ciência e da Tecnologia, bem como as suas inter-relações no âmbito Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente (CTSA).

Tendo em conta as perspetivas explicitadas e a premência de uma educação com orientação CTSA, autores como Cachapuz et al. (2002), Vieira, (2003) e Pires (2010) apontam como um rumo promissor para o ensino das Ciências o ensino por pesquisa (EPP), que pode representar uma nova orientação marcada pela compreensão das inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Também, Lucas e Vasconcelos (2005) enfatizam a importância do EPP quando dizem que o percurso evolutivo da Didática das Ciências se apoiou em diferentes fundamentações teóricas que se refletiram em diferentes Modelos de Ensino das Ciências, sendo o modelo de ensino por pesquisa aquele que atualmente emerge.

Tratando-se de um modelo de ensino inovador, poderíamos ser levados a pensar que o modelo de ensino por pesquisa seria o «modelo», a «melhor» forma de ensinar. Contudo, consideramos que não existe um modelo de ensino que seja perfeito, que

resolva todos os problemas educativos, isto é, não existe nenhum método que resulte com todos os alunos ou que se adapte a todos os conteúdos e conceitos que satisfaça todos os objetivos. Seja qual for a prática pedagógico-didática que cada professor defenda, o importante é desenvolver um conjunto de estratégias fundamentadas numa perspectiva sócio-construtivista, que promovam o ensino das Ciências de forma eficaz e de cariz CTSA, como temos vindo a defender e pelas razões que temos vindo a debater. Conhecendo os alunos e o meio onde estão inseridos, o professor poderá planear e planificar as atividades e as estratégias e modelos de ensino que julgue mais apropriados e adequados aos seus alunos.

(Belo, 2007; Cachapuz et al., 2002; Cachapuz et al., 2005b; Fernandes, 2011; Lucas & Vasconcelos, 2005; Pires, 2010; Vieira, 2003).

2.1.5.3 - Estratégias de ensino/aprendizagem

Como já assumimos anteriormente, o ensino das Ciências que se deseja, nos dias de hoje, qualquer que seja o modelo ou modelos de ensino adotados, pressupõe a compreensão da natureza da Ciência, segundo uma visão contextualizada e holística, e das suas relações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e, por isso, implica situações de ensino que exigem alguns «cuidados» relativamente à escolha das estratégias utilizadas na sala de aula.

Nos últimos anos, a investigação em Didática das Ciências nomeadamente acerca da natureza da Ciência e da Tecnologia e da abordagem CTSA tem-se focado em aspetos relacionados com a eficácia das estratégias e métodos de ensino em sala de aula (Acevedo, 2009, 2008; García-Carmona et al., 2011; Lederman, 2008; Manassero, Roig, Bonnin, & Moralejo, 2013; Vázquez & Cruz, 2013). De acordo com estas investigações, para melhorar o ensino das Ciências, as metodologias e estratégias de ensino devem, necessariamente, ter em consideração duas condições fulcrais: i) o carácter explícito do processo de ensino-aprendizagem (planificação clara dos objetivos, dos conteúdos e dos métodos de avaliação), e ii) a realização de atividades metacognitivas de reflexão sobre a natureza da Ciência/Tecnologia, que incluam as relações CTSA, tais como diálogos, debates, argumentações e tomada de decisões, etc.

Assim, segundo esta visão explícita-reflexiva, o processo de ensino-aprendizagem requer que os aspetos da natureza da Ciência/Tecnologia sejam abordados e desenvolvidos de uma maneira intencional, através de sequências de

ensino-aprendizagem, cuja estrutura inclua atividades de indagação, debates argumentativos sobre assuntos e temas tecnocientíficos socio controversos e episódios históricos acerca da natureza da Ciência/Tecnologia. Esta perspectiva meta-teórica contribuirá para que as aulas de Ciências sejam espaços privilegiados para a reflexão sobre o processo de construção da Ciência/Tecnologia e, por conseguinte, sobre temas CTSA.

Requere também situações de ensino que levem o aluno a constatar a importância e o uso da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e os impactos desse uso/aplicação no Ambiente, bem como a estabelecer e a debater as influências da Sociedade/Ambiente nos avanços da Ciência/Tecnologia. Para isso, consideramos que seja necessário: i) dar prioridade à aprendizagem de conceitos que sejam importantes para as necessidades dos alunos, para o progresso social e para o bem comum, centrando o ensino em temas científicos socio-ambientais relevantes; ii) promover a aprendizagem dos conceitos científicos a partir de exemplos do dia-a-dia, ligando o conhecimento científico ao conhecimento do quotidiano, explorando os tópicos de Ciências em função da utilidade social e envolvendo os alunos em aprendizagens significativas, contextualizadas e de caráter interdisciplinar que decorrem da necessidade de compreender o mundo na sua globalidade e complexidade; e iii) valorizar os aspetos epistemológicos e sociológicos da construção da Ciência, levando os alunos a reconhecer as vantagens e as limitações da Ciência e da Tecnologia, bem como a conhecer e a valorizar o uso da Tecnologia na sua vida pessoal. Importante, é também, ajudar os alunos a confrontar as explicações científicas com as do senso comum (Fernandes, 2011; Fernandes & Pires, 2011; Pires 2010).

Assim, relativamente às estratégias de ensino, e tal como Marco-Stiefel (2001) e Martín-Gordillo (2005), realçamos a importância de implementar estratégias diversificadas e com materiais que possibilitem o gosto pela aprendizagem das Ciências, e que promovam a interação em contexto de sala de aula e impliquem resolução de problemas de cariz CTSA. Esta diversificação de estratégias conduzir-nos-á a diversificar os modelos de ensino.

Não se pode dizer que exista uma estratégia de ensino exclusiva da perspectiva CTSA, mas pode dizer-se que, pelo contrário, o ensino das Ciências, de acordo com esta perspectiva, exige um conjunto de estratégias variado, talvez ainda mais variado do que outros modelos de ensino (Membiela, 2001).

Nesta linha de pensamento, e tal como Membiela (2001) refere, o ensino de cariz CTSA exige estratégias, como por exemplo: i) trabalho em pequenos grupos; ii) aprendizagem cooperativa; iii) discussão em grupo, centrada nas ideias dos alunos; iv) resolução de problemas; v) simulações e jogos de regras; vi) tomada de decisões; e vii) debates de temas controversos. Na opinião do autor, este conjunto de estratégias permitirá desenvolver nos alunos imagens mais reais e contextualizadas da Ciência.

Acevedo (2001) e Martins (2002) corroboram a ideia de Membiela (2001) ao reconhecerem a importância de implementar nas aulas de Ciências estratégias de ensino como: resolução de problemas abertos, incluindo tomadas de decisão; elaboração de projetos em pequenos grupos colaborativos; realização de trabalhos práticos de campo; role-playing (simulações); participação em foros e debates; presença de especialistas na aula; visitas a fábricas, exposições, museus científico-técnicos e parques tecnológicos. Estes autores ainda enfatizam formação, por breves períodos, em empresas e centros de trabalho; implicação e atuação civil ativa na comunidade; trabalho de pesquisa conduzido pelos alunos; seleção e análise de informação; comunicação de resultados, dúvidas e conclusões; abordagem de questões-problema; confronto de pontos de vista; análise crítica de argumentos; discussão dos limites de validade das conclusões alcançadas e formulação de novas questões.

De acordo com estas ideias, os professores deverão utilizar estratégias que sejam capazes de contextualizar as aprendizagens dos alunos aproximando-as da realidade, refletindo sobre problemas sociais atuais e suas possíveis soluções; realizar em simultâneo atividades dentro e fora da sala de aula recorrendo sempre que possível à presença de profissionais de diferentes áreas; promover a leitura de artigos científicos, de inovação tecnológica e de carácter social, levando os alunos a discutir sobre novas descobertas científicas e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente. Assim, podemos dizer que as estratégias de ensino/aprendizagem a privilegiar na Educação CTSA serão as que envolvam atividades onde se manifestem as inter-relações CTSA e que possibilitem o envolvimento do aluno como interveniente ativo na construção do seu conhecimento. Estas atividades permitem desenvolver nos alunos imagens mais completas e contextualizadas da Ciência

Por sua vez, Magalhães (2005) aponta como estratégias de ensino com enfoque CTSA as seguintes: i) resolução de problemas abertos; ii) aprendizagens cooperativas; iii) simulações e os jogos de papéis; iv) realização de trabalhos práticos de campo; v) discussão de diferentes pontos de vista; vi) tomada de decisões sobre assuntos

mediáticos, que envolvam as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente; e vii) trabalho de pesquisa. A autora foca especial atenção no trabalho de pesquisa, que deve ser conduzido pelo aluno de forma a possibilitar o desenvolvimento de competências essenciais ao exercício de uma cidadania responsável e que deve incluir a resolução de problemas, a seleção e análise de informação, a cooperação no grupo, o confronto de pontos de vista, a análise crítica de argumentos, a discussão dos limites e validades das conclusões, formulações de novas questões e a comunicação dos resultados.

Igual opinião apresentam Terneiro-Vieira e Vieira (2013) e salientam que o questionamento, a aprendizagem baseada na resolução de problemas e os debates são exemplos de estratégias promotoras de pensamento crítico.

Consideramos que estes exemplos de estratégias de ensino permitem desenvolver também competências argumentativas e, por conseguinte, a literacia científica dos alunos, tão desejada pela Educação CTSA.

Em concordância com as ideias expressas anteriormente e segundo Ruiz, Solbes e Furió (2013), a competência argumentativa é a capacidade de elaborar discursos nos quais se incluem razões e provas persuasivas de determinadas opções e conclusões. Esta competência, para além de permitir a construção do conhecimento científico, permite também adquirir competências básicas como aprender a aprender, bem como desenvolve o pensamento crítico e contribui para o desenvolvimento de uma visão mais realista acerca da natureza da Ciência ao aproximar a dinâmica da aula à verdadeira atividade científica. Tudo isto fará com que os alunos aprendam não só conceitos científicos, mas também a metodologia, as atitudes e os valores relacionados com a Ciência (Jiménez-Aleixandre 2010 citado em Ruiz et al., 2013).

Para trabalhar a argumentação com os alunos Ruiz et al., (2013) referem que o tratamento de temas/questões socio-controversas se tem revelado muito adequado. O tratamento destes temas, segundo estes autores pode ser feito mediante o debate oral em sala de aula. Contudo, a realização destes debates/discussões, apresenta algumas dificuldades, pois o facto de se terem de abordar temas interdisciplinares e complexos pode fazer com que o professor não se sinta confortável por não ser entendido nas diferentes matérias.

Por sua vez, Duso e Maestrelli (2013) reconhecem que os debates/discussões de temas/questões socialmente controversos em sala de aula podem ser úteis na aprendizagem dos conteúdos e dos processos da natureza científica e tecnológica, tanto

como no desenvolvimento cognitivo e desenvolvimento social, político, moral e ético dos alunos e, ainda, que podem possibilitar reflexões acerca dos benefícios e prejuízos em relação a determinado problema, permitindo o exercício da avaliação e do pensamento crítico.

Além disso, os debates/discussões de temas e questões socio-controversas têm-se revelado como atividades que motivam os alunos para fazerem mais e melhores argumentações, são uma excelente oportunidade para tratar conteúdos CTSA, favorece a literacia científica, possibilitam o uso da competência científica uma vez que potenciam atitudes positivas dos alunos face à Ciência, e proporcionam a aprendizagem significativa em sala de aula (Solbes & Vilches 2004; Ruiz et al., 2013).

Neste sentido, entendemos que estes temas/questões permitem aprofundar e relacionar os conceitos de Ciências com aspetos sociais, económicos, culturais e, por isso, é importante que se implementem atividades que permitam utilizar temas atuais (Torres & Solbes, 2012; Duso & Maestrelli, 2013; Ruiz et al., 2013), relevantes e controversos que permitam desenvolver capacidades de argumentação, tomada de decisões, trabalho cooperativo e metodologias para desenvolver o pensamento crítico, a literacia científica e a independência intelectual dos alunos (Torres & Solbes, 2012) e que devem estar presentes na educação científica atual.

Porém, Solbes e Torres (2013) revelam que um dos principais problemas da educação científica relaciona-se com a falta de pensamento crítico dos alunos, o que faz com que estes ainda não estejam preparados para resolver diferentes problemas em contextos do seu quotidiano, nem para tomar decisões fundamentadas e conscientes. Os autores referem-se ao pensamento crítico como sendo: i) a capacidade de fazer escolhas racionais e juízos fundamentados para resolver problemas; ii) a capacidade de desenvolver uma opinião independente permitindo adquirir a capacidade para participar na Sociedade e refletir sobre ela e iii) o importante papel que desempenha nas interações entre os indivíduos, no desenvolvimento de opiniões dos alunos sobre a ciência através da argumentação e das construções do conhecimento social partilhado através do discurso sobre os temas socio-controversos.

Ainda, relativamente às competências do pensamento crítico, Torres e Solbes (2012) reconhecem a necessidade de compreender a Ciência como uma atividade humana com diversas inter-relações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, o que pressupõe uma abordagem das questões socio-científicas de forma integral, na qual se

incluem as dimensões científica, tecnológica, ética, cultural, filosófica, social, económica, ambiental, etc.

Assim, para solucionar o problema da falta de pensamento crítico dos alunos é necessário que os professores optem por estratégias de ensino que permitam a aprendizagem dos aspetos relacionados não apenas com a disciplina, mas também que gerem espaços de discussão e reflexão, em sala de aula, acerca da Ciência e outros campos do saber (Solbes & Torres, 2013) devendo privilegiar temas socio-controversos relevantes.

Em jeito de síntese, sobre a problemática que debatemos neste item, estratégias de ensino/aprendizagem, referimos que é opinião consensual que as aulas de Ciências devem proporcionar aos alunos estratégias e atividades que recorram a temas científicos variados e socialmente relevantes em que seja possível estabelecer inter-relações CTSA e evidenciar aspetos relacionados com a natureza da Ciência/Tecnologia. Ou seja, estratégias e atividades variadas promotoras de pensamento crítico e de literacia científica capazes de preparar os alunos para o mundo atual.

2.1.6 - Obstáculos e dificuldades da implementação da Educação CTSA

Entre os investigadores, prevalece a ideia que as aulas de Ciências continuam a valorizar essencialmente a transmissão de conhecimentos científicos e que os professores continuam a ter conceções erróneas acerca das interações CTSA, da epistemologia e natureza da Ciência e da atividade científica, que condicionam as suas práticas letivas e, por conseguinte, as aprendizagens dos alunos (Rodrigues, 2011; Rodrigues & Vieira, 2012; Solbes, Vilches & Gil, 2001a; Torres, 2012; Vázquez, Manassero, Bennàssar & Ariza, 2012, Vieira et al., 2011). Deste modo, consideramos que a forma como os professores implementam o ensino das Ciências na sala de aula, desligada das orientações CTSA, condiciona o aproveitamento e sucesso escolar dos alunos.

Ora, sendo a grande finalidade da Educação em Ciências, tal como temos vindo a referir, a promoção da literacia científica dos alunos, que contribui para a formação de cidadãos cientificamente mais cultos, o que implica a compreensão da relação CTSA (Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente), quer por parte dos alunos, quer por parte dos professores, é necessário que os professores privilegiem aulas que permitam

desenvolver nos alunos competências investigativas e de resolução de problemas e capacidades para gerir conflitos, tomar decisões e fazer escolhas conscientes.

Assim, para aproximar a escola à realidade e interesse dos alunos de forma a torná-los intervenientes ativos na Sociedade atual é fundamental renovar as práticas didático-pedagógicas dos professores, no que concerne ao Ensino das Ciências, designadamente, pela implementação de metodologias adequadas baseadas na investigação, experimentação, discussão e argumentação de temas relevantes e de índole CTSA, bem como, pela utilização de manuais escolares adequados ao desenvolvimento de estratégias promotoras de um ensino das Ciências de orientação CTSA (Martins, 2002b, 2000c, Vázquez et al., 2012).

Neste cenário, vários autores (Aikenhead, 2005, 2009; Caamaño & Martins, 2005; Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Martins, 2002c; Melo 2008; Membiela, 2001; Mendes, 2008; Oliva & Acevedo, 2005; Pereira & Martins, 2008, 2009; Rodrigues, 2011; Solbes et al., 2007; Solbes, Vilches & Gil, 2001a; Terneiro-Vieira & Vieira, 2012; Torres, 2012; Vieira, 2003; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011) têm vindo a apontar como dificuldades e obstáculos para a implementação da Educação CTSA os seguintes: i) o currículo de Ciências; ii) as conceções dos professores sobre as interações CTSA; iii) as crenças dos professores relativamente à eficácia de modelos pedagógicos mais tradicionais; iv) a formação inicial, contínua e continuada dos professores e v) a insuficiência de recursos didáticos adequados, como é o caso do manual escolar.

Tendo em conta estes problemas relacionados com a implementação da perspectiva CTSA no ensino das Ciências, e dadas as características do estudo que nos propusemos realizar, foi nossa intenção abordar e analisar de forma pormenorizada as orientações curriculares emanadas dos Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha e os recursos didáticos, nomeadamente os manuais escolares de Ciências do 2ºCiclo Ensino Básico em Portugal/3ºCiclo da Educação Primária em Espanha.

Relativamente às orientações curriculares as dificuldades e as limitações da formação dos jovens no âmbito das Ciências são, fundamentalmente, os argumentos para a reformulação curricular. Além de um fraco nível de literacia científica, os alunos revelam, também, falta de interesse e atitudes negativas face à Ciência (Chagas, 2000; Martins, Abelha, Costa & Roldão, 2009, 2011).

A este propósito, autores como Santos (2001, 2004), Cachapuz et al. (2002), Martins (2002b), Almeida (2005) e Pereira e Martins (2008, 2009) afirmam que a

Educação em Ciências, assim como os currículos escolares devem ser repensados e reestruturados segundo três dimensões: i) Educação em Ciência (aprender Ciência, os conceitos científicos), relacionada com a aprendizagem de conhecimentos conceptuais e as relações entre eles; ii) Educação sobre Ciência (aprender sobre Ciência, os processos científicos), na qual se procura compreender a natureza e métodos da Ciência e fazer a distinção entre o conhecimento científico e outras formas de pensar, assim como, desenvolver o interesse pelas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e iii) Educação pela Ciência (aprender a fazer Ciência, atitudes e valores científicos), relativa ao desenvolvimento de competências de pesquisa e de resolução de problemas, que contribuem para a formação social do aluno enquanto cidadão participativo, ativo, responsável e consciente.

A estruturação dos currículos segundo estas três dimensões pressupõe considerar a Educação CTSA como uma das recomendações para as novas propostas curriculares do ensino das Ciências, devendo constituir-se como eixo integrador e globalizante do processo de ensino/aprendizagem, pois favorece a aquisição de conhecimentos, bem como do desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico e criativo (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2010, 2012; Vilches & Gil-Pérez, 2010b) e, portanto, deverá ser considerada no contexto de ensino/aprendizagem e nos currículos de Ciências.

Mas para operacionalizar o ensino de âmbito CTSA, são necessários recursos didáticos que sejam “consentâneos com questões sociais do momento, pelo que se tal for conseguido, tais recursos poderão tornar-se um veículo de atualização dos próprios programas” (Martins, 2002c, p. 88).

Um desses recursos, que se nos afigura como fundamental, é o manual escolar. Como Figueiroa (2001) refere, apesar do manual escolar não ser um recurso didático isento de possíveis falhas e erros científicos, a maioria dos professores deposita toda a confiança neles, pois admitem que o seu conteúdo é científica e pedagogicamente correto, vendo neles uma autoridade do conhecimento e um recurso pedagógico incontestável. Ou seja, os manuais escolares, ainda que destinando-se prioritariamente aos alunos, acabam por determinar, em grande parte, o que os professores fazem nas aulas.

Assim, para que o ensino CTSA possa ser implementado nas nossas escolas é necessário que os recursos didáticos, em particular os manuais escolares (que são utilizados, quer pelos professores, quer pelos alunos) respondam a estas necessidades da Sociedade atual. É nessa perspetiva que consideramos fundamental focar plena atenção

no seu estudo e análise, no sentido de se poderem daí obter diretrizes para a sua conceção e produção, podendo constituir-se, se não o fizerem, como um impedimento à implementação da perspetiva CTSA de ensino das Ciências.

2.2 - Currículo de cariz CTSA: Implicações para o Ensino das Ciências

O desinteresse de muitos dos alunos em relação à Ciência e aos temas científicos, que já temos vindo a referir, tem sido motivo de debate na comunidade científica e tema para vários estudos (Eurydice, 2006, 2011; Martins, Abelha, Costa & Roldão, 2009, 2011; Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007) como também já dissemos. Estes estudos alertam para a necessidade de rever os currículos de Ciências, redesenhando-os de forma a proporcionarem uma educação científica contextualizada e adequada aos interesses e às necessidades dos alunos.

É assim que, no sentido de aumentar a motivação e o interesse dos alunos pela Ciência, Eurydice (2011), por exemplo, considera essencial que o currículo enfatize conexões com as experiências pessoais dos estudantes e que contemple relações entre Ciência e a Tecnologia, bem como questões da Sociedade contemporânea e que, para além disso, crie a possibilidade de serem discutidos aspetos filosóficos da Ciência e aspetos relacionados com a sustentabilidade do planeta e a qualidade de vida.

A necessidade de mudança dos currículos de Ciências, tornando-os mais adaptados às necessidades dos alunos e, por isso, mais atrativos, para a qual autores como os referidos anteriormente vêm chamando a atenção, deve-se aos avanços científico-tecnológicos que caracterizam a Sociedade atual, e para os quais os cidadãos devem estar preparados. Só cidadãos críticos, autónomos e portadores de competências, como o espírito crítico, o raciocínio e a capacidade de resolução de problemas em contexto real, em suma, com literacia científica como temos vindo a defender, serão capazes de se integrar plenamente na Sociedade em que vivem, ou seja, serão capazes de tomar decisões conscientes e informadas acerca do mundo em que estão inseridos, e de perceber quais as consequências dos seus atos, escolhas e opções.

É no contexto da Sociedade altamente tecnológica atual, em que os avanços científicos são quase diários, que a Educação em Ciências com orientação CTSA (que relaciona a Ciência com a Tecnologia e que evidencia os impactos destas, tanto positivos como negativos, na Sociedade e no Ambiente, como dissemos) se torna, para

além de uma necessidade, uma exigência (Fernandes & Pires, 2012, 2013). É o reconhecimento das potencialidades desta perspectiva de ensino das Ciências no desenvolvimento de cidadãos informados e críticos em temas de Ciência e Tecnologia (Alves, 2011; Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011) que nos leva a pensar que deveria ser considerada, de forma clara e explícita, nas orientações curriculares emanadas do Ministério da Educação e que são reguladoras da atuação dos professores ao nível de sala de aula.

O interesse por esta temática remonta à década de oitenta do século XX, tendo-se evidenciado nas décadas seguintes vários projetos e organizações internacionais (como por exemplo, a American Association for the Advancement of Science - AAAS, 1990, 1993, a National Science Education Standards - NRC, 1996, referenciados anteriormente na secção 1.2, e a Organização dos Estados Iberoamericanos - OEI, 2001) com recomendações e propostas curriculares para o ensino das Ciências com vista à promoção da literacia científica dos alunos. Estes projetos e organizações foram expressando recomendações no sentido de adaptar os currículos de Ciências à Sociedade atual e chamando a atenção para a necessidade de fornecer aos professores orientações que lhes permitam implementar práticas pedagógicas promotoras do desenvolvimento da literacia científica dos alunos.

Do exposto, resulta que, nos últimos anos ocorreram reformas curriculares que apelavam para um maior equilíbrio entre conhecimentos e processos científicos, para a introdução de temas relacionando a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e para um ensino das Ciências para todos os alunos, com valorização de atividades de investigação, de modo a promover uma maior literacia científica (Eurydice, 2011, 2006; Freire, 2009; Martins, Abelha, Costa & Roldão, 2011; Millar & Osborne, 1998; Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007).

Consideramos, por isso, que a Educação em Ciências com orientação CTSA permite desenvolver a literacia científica dos alunos dotando-os das competências referidas anteriormente e deve, por isso, estar integrada nas recomendações dos Documentos Oficiais Curriculares do Ensino Básico, nomeadamente de Portugal e Espanha.

2.2.1 - Reformas curriculares sucedidas em Portugal e em Espanha

A reestruturação dos currículos de Ciências, tendo como principal objetivo a sua adaptação à Sociedade global, é uma necessidade do tempo presente para poder fornecer aos professores ideias que os ajudem a preparar os jovens para essa mesma Sociedade em mutação e evolução.

Na senda do ocorrido em outros países ao nível de revisões curriculares, em Portugal e Espanha também se deram sucessivas reformas curriculares, que foram alterando o ensino das Ciências.

Em Portugal, nos anos 70, ocorreu a Reforma de Veiga Simão, na qual se procurou dar mais ênfase aos processos científicos, à dimensão substantiva da Ciência e programas centrados numa pedagogia por objetivos, que valorizava mais os comportamentos finais do que os processos cognitivos.

Nos anos 90, após a promulgação da Lei de Bases do Sistema Educativo (1986) na qual era valorizado o trabalho laboratorial, foram elaborados novos programas que já manifestavam algumas tendências reformadoras da década de oitenta, como é o caso da dimensão CTSA, no entanto, ainda não existiam referências ao papel ativo dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.

No início do novo século deu-se a reorganização curricular do Ensino Básico (Decreto-Lei n.º 6/2001 de 18 de janeiro) e elaborou-se o Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB-2001).

No Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro, que define a Organização Curricular do Ensino Básico estabelece-se um novo entendimento sobre o conceito de currículo nacional, caracterizando-o como o conjunto de competências e aprendizagens a desenvolver pelos alunos ao longo do ensino básico, de acordo com os objetivos consagrados na Lei de Bases do Sistema Educativo para este nível de ensino, traduzido nas orientações aprovadas pelo Ministro da Educação (artigo 2.º, ponto 1).

Estas orientações manifestam-se no documento *Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais* (DEB, 2001) e reportam-se ao:

(...) conjunto de competências consideradas essenciais e estruturantes no âmbito do desenvolvimento do currículo nacional, para cada um dos ciclos do ensino básico, o perfil de competências terminais deste nível de ensino, bem como os tipos de experiências educativas que devem ser proporcionadas a todos os alunos (D.L. n.º 6/2001, artigo 2.º, ponto 2).

O Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais (DEB, 2001) procurou promover uma abordagem construtivista e valorizar o ensino por investigação, integrando a perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Neste documento organizado em diferentes secções (finalidades, estratégias de ensino e avaliação dos alunos) foram consagradas algumas linhas orientadoras, destacando-se: i) a participação dos alunos em projetos de natureza interdisciplinar ii) a concretização de experiências educativas diferenciadas e perspectivadas numa abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e iii) o desenvolvimento nos alunos de competências de literacia científica.

No mesmo documento, são, como já referimos, especificadas as competências gerais a desenvolver no final da escolaridade básica. Estas competências pressupõem que o ensino das Ciências seja de carácter global, recorrendo a vários campos do conhecimento científico, tecnológico, social e ambiental, e integrado na Sociedade atual, com conteúdos intimamente ligados ao meio envolvente.

De acordo com as linhas propostas internacionalmente para o ensino das Ciências, este documento foi estruturado para promover o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, o desenvolvimento de competências no domínio substantivo, processual e epistemológico, e a participação ativa dos alunos. Para além disso, a reorganização Curricular do Ensino Básico (ME-DEB, 2001) preconiza uma mudança no ensino das Ciências, no sentido da não compartimentação dos conhecimentos e da melhoria das aprendizagens dos alunos.

Mais recentemente, em 2009, surge o Projeto *Metas de Aprendizagem* que se insere na Estratégia Global de Desenvolvimento do Currículo Nacional delineada pelo Ministério da Educação. Este projeto consiste na conceção de referentes de gestão curricular para cada disciplina ou área disciplinar, em cada ciclo de ensino. Estes referentes traduzem-se na identificação das competências e desempenhos esperados dos alunos, no entendimento que tais competências e desempenhos evidenciam a efetiva concretização das aprendizagens em cada área ou disciplina e também as aprendizagens transversais preconizadas nos Documentos Oficiais Curriculares de referência (Programa ou Orientações Programáticas da Disciplina ou Área Disciplinar) (in *Metas de Aprendizagem*, Ministério da Educação, 2010).

As *Metas de Aprendizagem* (documento elaborado para o Ministério da Educação por Isabel Martins e seus colaboradores em 2010) para as Ciências e, em particular, para a disciplina de Ciências da Natureza, articuladas com os tópicos do

Programa da disciplina e com as Competências Essenciais, foram definidas permitindo uma leitura horizontal das metas definidas para cada domínio de referência do 2.º Ciclo.

Segundo o Ministério da Educação, as *Metas de Aprendizagem de Ciências* são aprendizagens que os alunos deverão ter alcançado no final da escolaridade básica, no domínio das Ciências, de forma a serem portadores de uma literacia científica própria da sua idade e que os habilite a compreenderem o mundo onde estão inseridos. A definição das metas teve em atenção o conhecimento substantivo, o conhecimento processual, o conhecimento epistemológico e as capacidades de raciocínio e de comunicação a serem desenvolvidos ao longo de Ensino Básico (In *Metas de Aprendizagem*, Ministério da Educação, 2010).

Em 2011, de acordo com a Revisão da Estrutura Curricular, o Ministério da Educação e Ciência divulgou a versão final das *Metas de Aprendizagem*, agora designadas por *Metas Curriculares*, e considerou que estas estabelecem aquilo que pode ser considerado como a aprendizagem essencial a realizar pelos alunos, em cada um dos anos de escolaridade ou ciclos do Ensino Básico, constituindo-se como um referencial que ajuda os professores e encarregados de educação a encontrar os meios necessários para que os alunos desenvolvam as capacidades e adquiram os conhecimentos indispensáveis ao prosseguimento dos seus estudos e às necessidades da Sociedade atual.

As *Metas curriculares* são uma iniciativa do Ministério da Educação e Ciência, que surge na sequência da revogação do documento “*Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*” (Despacho nº17169/2011, de 23 de dezembro).

O Despacho nº 17169/2011, de 23 de dezembro, do gabinete do Ministro da Educação e Ciência, extingue o *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais* e apelida o Documento Curricular como de “pouco útil”:

(...) o documento insere uma série de recomendações pedagógicas que se vieram a revelar prejudiciais. Em primeiro lugar, erigindo a categoria de «competências» como orientadora de todo o ensino, minorizou o papel do conhecimento e da transmissão de conhecimentos, que é essencial a todo o ensino. Em segundo lugar, desprezou a importância da aquisição de informação, do desenvolvimento de automatismos e da memorização. Em terceiro lugar, substituiu objetivos claros, precisos e mensuráveis por objetivos aparentemente generosos, mas vagos e difíceis, quando não impossíveis de aferir (Despacho nº 17169/2011).

Ainda de acordo com o Despacho:

O currículo nacional deve definir os conhecimentos e as capacidades essenciais que todos os alunos devem adquirir e permitir aos professores decidir como ensinar de forma mais eficaz, gerindo o currículo e organizando da melhor forma a sua atividade letiva. Assim, deverá dar-se aos professores uma maior liberdade profissional sobre a forma como organizam e ensinam o currículo (Despacho nº 17169/2011).

Assim, segundo os princípios do Ministério da Educação e Ciência, o currículo deverá incidir sobre conteúdos temáticos, destacando o conhecimento essencial e a compreensão da realidade que permita aos alunos tomarem o seu lugar como membros instruídos da Sociedade.

Sobre as metas, o Ministério da Educação e Ciência refere que, conjuntamente com os atuais Programas de cada disciplina, constituem as referências fundamentais para o desenvolvimento do ensino. Nelas se clarifica o que nos Programas se deve eleger como prioridade, definindo os conhecimentos a adquirir e as capacidades a desenvolver pelos alunos nos diferentes anos de escolaridade (Despacho nº 5306/2012, de 18 de abril).

Deste modo, segundo o Ministério da Educação e Ciência, as metas curriculares constituem, a par do Programa de Ciências do 2ºCiclo do Ensino Básico, os documentos orientadores do ensino e da avaliação, sendo que os segundos enquadram a aprendizagem, enquanto as primeiras a concretizam. As metas curriculares foram construídas dada a necessidade de aproximação de sistemas de ensino de vários países, nomeadamente da OCDE e dados os resultados obtidos na avaliação dos alunos com os programas como o *Programme for International Student Assessment - PISA*, o *Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS*, e o *Progress in International Reading Literacy Study - PIRLS*.

A elaboração das metas fundamentou-se nos estudos científicos mencionados anteriormente, e teve em conta as bases que têm sido estabelecidas em países com bons níveis de desempenho. Neste contexto, as metas referem-se àquilo que pode ser considerado como a aprendizagem essencial a realizar pelos alunos em cada disciplina, por ano de escolaridade, ou por ciclo, realçando o que nos atuais Programas deve ser objeto de ensino. Nesta perspetiva, configuram-se como um documento normativo de utilização obrigatória, por parte dos professores.

Como princípios orientadores estabeleceu-se que as metas deveriam identificar os desempenhos que traduzem os conhecimentos a adquirir e as capacidades a desenvolver por área disciplinar, sendo, por isso, consideradas pelo Ministério da Educação como um meio privilegiado de apoio à planificação e à organização do ensino.

O desenvolvimento deste projeto organizou-se em quatro fases, que decorreram até 2013, pelo que em 2014 as metas curriculares para Ciências Naturais do 5º/6ºano de escolaridade já são de carácter obrigatório, juntamente com os respetivos programas da disciplina (Despacho nº15971/2012 de 14 de Dezembro).

No caso de Espanha, como refere Hontangas (2010), a Lei Geral de Educação de 1970 estabeleceu a obrigatoriedade e a gratuitidade da Educação Básica até aos 14 anos, e introduziu na Educação Básica a disciplina do conhecimento do mundo físico, numa tentativa de modernizar o ensino e colocá-lo ao nível europeu, mudando o enfoque de materiais tradicionais e incorporando princípios como a globalização e a interdisciplinaridade.

Segundo a autora, com a *Ley de Ordenación General del Sistema Educativo* de 1990, conhecida como LOGSE, as mudanças efetuadas no ensino foram várias, como: a extensão da escolaridade obrigatória para 16 anos; a presença explícita de áreas transversais; a definição de conteúdos conceptuais, procedimentos e atitudes. Também ampliava o conceito de avaliação de carácter formativo e a criação de uma rede de centros para a formação de professores. Relativamente aos conteúdos a serem ensinados, no caso da disciplina do Conhecimento do Meio Natural, Social e Cultural, os conteúdos não são apenas científicos, mas também sociais e culturais de acordo com as várias regiões autónomas de Espanha. No entanto, o mais importante é que se introduziram abordagens metodológicas semelhantes ao modelo de ensino aprendizagem construtivista característico de uma Educação em Ciências com orientação CTSA, no qual o aluno é interveniente ativo no processo de ensino-aprendizagem.

A LOGSE parte da ideia de que o melhor método para ensinar Ciência, é através de uma aprendizagem construtivista de modo a valorizar o conhecimento prévio dos alunos, em detrimento de um ensino passivo. Desta forma, é evidente que o meio sócio natural que envolve as crianças oferece uma enorme variedade de experiências sobre os fenómenos do mundo que as rodeia e servirá de base para incorporar experiências de aprendizagem (Pujol, 2003). No entanto, o propósito da aprendizagem construtivista,

valorizando os conceitos prévios dos alunos, as suas experiências e o meio em que estão inseridos, sendo um bom princípio orientador, não é fácil de conseguir, como podemos constatar pela opinião de Martinez e Acevedo (2005) que após 15 anos de LOGSE, ainda predomina o ensino das Ciências transmissivo, o uso do livro e a resolução de problemas com caráter fechado.

Em 1995 foi aprovada a *Ley Orgánica 9/1995, de la participación, la evaluación y el gobierno de los centros docentes* com o objetivo de modificar algumas das disposições estabelecidas na LOGSE. Aproximadamente a partir de 1995 desencadeou-se uma série de reformas educativas, entre as quais: a Contrarreforma (MEC, 2001) e a Ley Orgánica 10/2002 de Calidad de la Educación - LOCE (MEC, 2002), que nem chegou a entrar realmente em vigor.

Em 2006, de acordo com as diretrizes internacionais, a lei do sistema educativo espanhol - *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación* (LOE) - implementou um novo currículo, no qual foram introduzidas as Competências Básicas que os alunos devem alcançar, adaptadas das competências propostas pela União Europeia, com o objetivo, entre outros, de melhorar os resultados de literacia científica dos estudantes espanhóis. A *Ley Orgánica 2/2006* refere, nomeadamente, que:

Las sociedades actuales conceden gran importancia a la educación que reciben sus jóvenes, en la convicción de que de ella dependen tanto el bienestar individual como el colectivo. La educación es el medio más adecuado para construir su personalidad, desarrollar al máximo sus capacidades, conformar su propia identidad personal y configurar su comprensión de la realidad, integrando la dimensión cognoscitiva, la afectiva y la axiológica. Para la sociedad, la educación es el medio de transmitir y, al mismo tiempo, de renovar la cultura y el acervo de conocimientos y valores que la sustentan, de extraer las máximas posibilidades de sus fuentes de riqueza, de fomentar la convivencia democrática y el respeto a las diferencias individuales, de promover la solidaridad y evitar la discriminación, con el objetivo fundamental de lograr la necesaria cohesión social. Además, la educación es el medio más adecuado para garantizar el ejercicio de la ciudadanía democrática, responsable, libre y crítica, que resulta indispensable para la constitución de sociedades avanzadas, dinámicas y justas. Por ese motivo, una buena educación es la mayor riqueza y el principal recurso de un país y de sus ciudadanos (LOE, 2006).

Desta forma, reformulou-se o currículo da área de Ciências “*Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*” na educação básica. Assim, o currículo de ciências em Espanha é regido pela LOE (2006) que traduz um compromisso com os objetivos

definidos pela União Europeia para os próximos anos, e pelo *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, no qual se estabelecem “las enseñanzas mínimas de Educación Primaria”, e o qual estabelece que os alunos devem ser capazes de apreciar os valores e as normas de convivência e aprender a trabalhar de acordo com elas, bem como ficar preparados para o exercício de uma cidadania ativa e para respeitar os direitos humanos, ao mesmo tempo que adquirem capacidades para a resolução de problemas que lhes permitam devolver-se com autonomia no âmbito familiar, assim como nos grupos sociais aos que pertencem.

De acordo com a Lei Orgânica de Educação (LOE, 2006), o ensino das Ciências em Espanha visa a promoção da literacia científica e a educação para uma cidadania consciente. Com publicação desta lei, o ensino das Ciências passou a basear-se num modelo de ensino construtivista, onde é relevante o conhecimento prévio dos estudantes, e dá-se prioridade à aprendizagem ativa do aluno tal como é defendido pela Educação em Ciências segundo a perspetiva CTSA.

A reforma LOE embora mantenha a estrutura da Educação Primária de acordo com o que foi estabelecido pela LOGSE, configurada como um nível educacional obrigatório que dura seis anos, divididos em três ciclos de dois anos cada, veio ampliar a LOGSE, introduzindo algumas mudanças no currículo. Entre essas mudanças surgem as Competências Básicas que os alunos devem desenvolver na educação básica, entre as quais se destacam: «*Competencia en comunicación lingüística; Competencia matemática; Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico; Tratamiento de la información y competencia digital; Competencia social y ciudadana; Competencia cultural y artística; Competencia para aprender a aprender; Autonomía e iniciativa personal*», referidas no Anexo 1 do Real Decreto (Real Decreto 1513/2006-MEC, 2006, o qual estabelece o ensino da Educação Primária, celebradas na LOE)

Em 2012, o Real Decreto 1190/2012 de 3 de agosto veio modificar o Real Decreto 1513/2006 de 7 de Dezembro. No entanto, as modificações apenas alteraram a redação da secção/área de Educação para a Cidadania e os Direitos Humanos, embora o conteúdo seja semelhante.

Mais recentemente surgiu uma nova lei - *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa* (LOMCE) – que veio modificar a Ley Orgánica 2/2006. De acordo com a LOMCE, o real decreto desta lei - *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, introduziu algumas modificações no currículo da Educação Primária ao nível

da disciplina de Ciências e ao nível das competências básicas. Relativamente à disciplina de Ciências, anteriormente designada por «Conocimiento del medio natural, social y cultural», dividiu-se em duas disciplinas, «*Ciencias de la naturaleza*» e «*Ciencias Sociales*», as quais abordam, respetivamente, conteúdos de Ciências naturais e conteúdos de Ciências sociais. Relativamente às competências, estas passaram a ser designadas como: «Comunicación lingüística; Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; Competencia digital; Aprender a aprender; Competencias sociales y cívicas; Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor; Conciencia y expresiones culturales» (*Real Decreto 126/2014*). Porém, as alterações desta nova lei (LOMCE) introduzidas no currículo da Educação Primária apenas entrarão em vigor a partir do ano letivo 2014/2015 e de forma progressiva por ciclo e ano, por isso não serão consideradas neste estudo.

Pelo enunciado das leis, atualmente, as políticas educativas referidas nos Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e de Espanha valorizam aspetos relacionados com a integração da perspetiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), com o propósito de ensinar acerca de fenómenos, ligando a Ciência ao mundo tecnológico e social do aluno, bem como aos problemas relacionados com o Ambiente, no entanto, importa analisar de que forma esta perspetiva é contemplada e abordada nos Documentos Oficiais Curriculares de Ciências do Ensino Básico dos dois países e, mais ainda, de que forma esta abordagem é “vertida” para os manuais escolares (ver capítulo 4).

2.2.2 - Abordagens e orientações curriculares CTSA

Poder-se-ia apresentar diferentes entendimentos de currículo; optámos por referir Roldão (2000, 2003) que entende o currículo como uma construção social que constitui um conjunto de aprendizagens básicas que se consideram necessárias e devem ser aprendidas pelos cidadãos numa dada Sociedade, tempo e época específica, proporcionando-lhes uma efetiva integração na Sociedade em constante mudança, permitindo-lhes atuar de forma inteligente face às diversas situações e problemas com que se confrontam e fazer frente às exigências de cada época

Na perspetiva de Silva e Pereira (2011), trata-se de um sistema aberto, constituído por conteúdos, procedimentos e práticas de uma cultura e que tem uma história vinculada a formas específicas de organização da Sociedade e da educação atual

Embora haja diferentes entendimentos de currículo, importa considerar que devem ser o ponto de partida para práticas inovadoras e orientadores dessas práticas para alcançar a literacia científica dos alunos.

Reis (2006) refere que a literacia científica só poderá ser alcançada através de um currículo de Ciência cujas abordagens: i) sejam baseadas em assuntos locais, regionais, nacionais e globais, selecionados pelo professor e pelos alunos; ii) tenham em conta os conhecimentos, as crenças, os valores, as aspirações e as experiências pessoais de cada aluno; iii) considerem a Ciência e a Tecnologia como empreendimentos humanos; iv) considerem uma Educação em Ciência e Tecnologia politizada e infundida de valores humanos e ambientais mais relevantes e v) permitam que todos os alunos tenham a oportunidade de executar investigações científicas e de se envolver em tarefas de resolução de problemas tecnológicos selecionadas e concebidas por eles próprios.

Pereira e Martins (2008) entendem como currículos que privilegiam a dimensão da Ciência (Cts) aqueles onde é conferida uma maior ênfase à dimensão do conhecimento científico relacionada com os conceitos/conteúdos de ciências. A dimensão Tecnologia (CTs) implica as relações conjuntas do conhecimento científico e do conhecimento tecnológico (inter-relação relação Ciência-Tecnologia). A dimensão Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) inclui a articulação do conhecimento científico-tecnológico com os impactos socio-ambientais.

No dizer de Roldão (2000) e de Pereira e Martins (2008), a ausência de uma dimensão CTSA nos currículos pode constituir um obstáculo à formação de cidadãos cientificamente literatos capazes de mobilizar os conhecimentos e as competências necessárias para compreender e intervir no mundo que os rodeia.

Relativamente à integração da perspetiva CTSA nos currículos de Ciências, são vários os autores que se pronunciaram sobre este assunto, como os que a seguir se apresentam.

Para Marco-Stiefel (2001) os currículos CTSA devem dar mais ênfase à história da Ciência, especialmente no que se refere ao estudo de acontecimentos, situações e aspetos históricos associados à própria descoberta científica ou às perspetivas históricas decorrentes das temáticas em estudo, bem como, devem permitir trabalhar temas com atualidade científica, nomeadamente temas em que se destaquem situações de novas e revolucionárias descobertas e inovações científicas ou temas em que se evidenciem situações com repercussão humana e/ou social.

Membiela (2001), sobre este assunto, sugere algumas vias para a introdução e integração de uma perspectiva CTSA nos currículos de Ciências, nomeadamente: i) a inclusão de módulos e/ou unidades CTSA em matérias de orientação predominantemente disciplinar; ii) a inclusão de abordagem CTSA nas matérias já existentes, através de repetidas inclusões pontuais ao longo do currículo; iii) a criação de matérias CTSA e iv) a transformação completa de um tema tradicional já existente, mediante a integração total de uma perspectiva CTSA.

De acordo com Moreira (2004), um currículo CTSA, que vise a literacia científica e tecnológica e a educação para a cidadania, deve considerar abordagens ou orientações que apontem para: i) uma adequada visão da Ciência e da sua construção social; ii) um conhecimento e uma utilização dos códigos e validações da Ciência; iii) uma tomada de consciência de que a observação é sempre seletiva, a compreensão é intencionada e a interpretação é construída; iv) uma capacidade de elaborar modelos adequados sobre a realidade; v) uma compreensão das interações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente; vi) uma compreensão da história da Ciência com o fim de ilustrar o carácter humanista das teorias científicas; vii) a discussão de temas controversos e democráticos; e viii) situações em que os alunos se familiarizem com a Ciência e com os conceitos científicos.

Cachapuz et al. (2005b) enumeram vários aspetos que devem constar no currículo do ensino das Ciências, capaz de favorecer a construção e o desenvolvimento de conhecimentos, destrezas e atitudes científicas e entre eles, muitos que enquadram a educação CTSA, nomeadamente: i) apresentar situações problemáticas abertas, adequadas às dificuldades do aluno; ii) propor e refletir sobre situações tendo em consideração as relações e implicações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente); iii) apontar para possíveis perspetivas, em particular, para as implicações CTSA; e iv) potenciar a dimensão coletiva do trabalho científico, organizando-se grupos de trabalho e ajudando a interação entre os grupos e a comunidade científica.

Aikenhead (2009) classifica a integração da perspectiva CTSA nos currículos de Ciências em oito categorias, cada uma delas relativa a um dado tipo de abordagem: 1) CTSA como motivação (corresponde a um ensino tradicional de Ciências em que os conteúdos CTSA são mencionados para tornar as aulas mais motivadoras); 2) integração pontual de conteúdos CTSA (corresponde a um ensino tradicional de Ciências onde se incorpora um pequeno estudo de um tema CTSA de acordo com o assunto abordado); 3) integração sistemática de conteúdos CTSA (corresponde a um ensino tradicional de

Ciências onde se inclui um conjunto de pequenos temas CTSA); 4) implementação de uma disciplina científica através de conteúdos CTSA (os conteúdos CTSA são utilizados de acordo com a organização do conteúdo de Ciências e a sequência de uma dada disciplina de ciências); 5) ensino das Ciências através de conteúdos CTSA (os conteúdos de Ciências são multidisciplinares e adaptados aos conteúdos CTSA); 6) ensino das Ciências com conteúdos CTSA (o ensino centra-se nos conteúdos CTSA e são ensinados os conteúdos de Ciências mais importantes); 7) infusão da Ciência nos conteúdos CTSA (o currículo foca-se nos conteúdos CTSA e os assuntos relevantes de Ciências são referidos) e 8) conteúdos CTSA (estudo de questões socio-tecnológicas e socio-científicas e os conteúdos de Ciências, quando mencionados, focam as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade, o Ambiente).

A classificação anterior é feita em função da proporção entre os conteúdos de CTSA e os conteúdos curriculares de Ciências propriamente ditos. À medida que se avança nas categorias, a presença de conteúdos CTSA aumenta em relação à presença de conteúdos científicos do currículo de Ciências. Assim, na categoria 1 é atribuída pouca relevância aos conteúdos CTSA e à compreensão dos aspetos das inter-relações CTSA, enquanto, na categoria oito é dada mais ênfase aos conteúdos CTSA.

Contudo, para Aikenhead (2009) para promover uma Educação CTSA importa identificar quais os conteúdos considerados relevantes e que devem ser incluídos nos currículos de Ciências e, por isso, uma das preocupações da Educação Científica tem sido procurar saber «quem decide o que é relevante e deve ser inserido nos currículos de Ciências», que, por sua vez, condiciona as políticas educativas dos currículos.

A este respeito o autor define sete categorias de relevância para os conteúdos de Ciências dependentes de «Quem decide» e que se apresentam na tabela 4. Estes tipos de relevância estão relacionados com a utilidade da Ciência.

De acordo com esta tabela, o ensino das Ciências é considerado relevante mediante diversos aspetos, sendo que a relevância dos conteúdos de Ciências depende dos interesses do público-alvo a quem são dirigidos. No que se refere à relevância da Ciência escolar importa ter em consideração o que é relevante (questões motivadoras do currículo escolar), para quem é relevante (alunos) e para que é relevante (exercício de uma cidadania consciente e compreensão do mundo).

Tabela 4: Categorias de relevância para os conteúdos de Ciências (fonte: Aikenhead, 2009).

Diferentes tipos de relevância	Quem decide o que é relevante
A Ciência como conhecimento desejado (conteúdos canônicos úteis para cursos superiores, por vezes com pouca relevância para os alunos, mas apoiados pelas políticas educativas).	Cientistas, académicos, decisores educacionais, professores de Ciência.
A Ciência que é preciso conhecer (conteúdos científicos que são postos em prática em contextos reais, pelo que os conteúdos canônicos não são aplicáveis diretamente).	O público em geral, que enfrentou e resolveu problemas reais e tomou decisões relacionadas com a Ciência e a Tecnologia.
A Ciência funcional (conteúdos científicos relevantes e necessários pois são usados pelos profissionais em locais de trabalho).	Pessoas com profissões relacionadas com a Ciência
A Ciência com estímulo para ser aprendida (conteúdos científicos relacionados com o valor e motivação da ciência).	Os média e os sites da Internet
A Ciência como motivo para saber (conteúdos científicos importantes e uteis na vida dos cidadãos).	Peritos que interagiram com as pessoas e os seus problemas de vida quotidianos
A Ciência aprendida por curiosidade pessoal (conteúdos científicos cuja relevância depende dos interesses pessoais e culturais dos alunos).	Os próprios estudantes
A Ciência enquanto cultura (visão holística da ciência).	Intérpretes da cultura que determinam quais os aspetos da Ciência que comprometem as características de uma cultura local, nacional e global

É necessário que os alunos percebam a relevância das aprendizagens realizadas e que lhes atribuam significado, como refere Aikenhead (2009). Deste modo, o autor esclarece que a relevância dos conteúdos científicos para os alunos (categoria 6 – Ciência aprendida por curiosidade) determina a qualidade das aprendizagens, uma vez que aprendizagens centradas em conteúdos que não são relevantes para os alunos tendem a ser passageiras. Além disso, a Ciência escolar só irá envolver os alunos quando o currículo tiver interesse e valor pessoal para os estudantes.

Por sua vez, Vieira et al. (2011) têm-se preocupado com a integração da perspectiva CTSA nos currículos de Ciências, como forma de assegurar uma educação científica contextualizada e adequada às necessidades e interesses dos alunos. Os autores referem que as orientações CTSA para o ensino das Ciências são

...frequentemente sugeridas como o "pivot" de uma nova organização curricular de Ciências e como a melhor forma de corrigir muitos dos problemas que emergiram de um ensino das Ciências de cariz internalista, enfatizando conhecimento declarativo com pouca ou nenhuma ligação à sociedade, em geral, e ao quotidiano dos alunos, em particular (p. 16)

Vieira et al., (2011) consideram que um currículo CTSA pode assumir diferentes abordagens, como: i) *Cultural/Humanista*: compreensão da Ciência como cultura, bem como os valores acerca da Ciência e da Tecnologia; ii) *Política*: relações entre a Ciência e a Tecnologia e os sistemas políticos, para preparar os cidadãos para uma participação política, cívica e tomada de decisão sobre problemas relacionados com a Ciência e a Tecnologia; iii) *Histórica*: contextualização da influência da evolução da Ciência e da Tecnologia na história da humanidade e vice-versa; iv) *Social*: compreensão da Ciência e a Tecnologia como empreendimentos sociais; v) *Epistemológica*: aspetos relacionados com a natureza do conhecimento científico, seus limites e validade dos seus enunciados e vi) *Económica*: influência da Ciência e da Tecnologia no desenvolvimento económico.

Estes autores referem-se a três abordagens CTSA: i) CTSA como acrescento curricular: consiste em completar o currículo tradicional com uma área disciplinar CTSA pura, na forma de disciplina; ii) CTSA como acrescento de conteúdos: completar os temas científicos tradicionalmente abordados mediante acrescentos CTSA no final dos respetivos temas e iii) Ciência-Tecnologia através de CTSA: reconstrução dos conteúdos do ensino das Ciências e da Tecnologia através de uma ótica CTSA.

Do exposto, apesar das diferentes orientações curriculares propostas para a integração da perspetiva CTSA no ensino das Ciências todas têm um foco comum, que é um ensino mais humanista e contextualizado da Ciência, com o grande objetivo de consciencializar a Sociedade de que a Ciência e a Tecnologia também são elementos da cultura e que fazem parte do nosso dia-a-dia. São igualmente objetivos desta integração curricular proporcionar aos alunos meios para poderem tomar decisões conscientes sobre os problemas da Sociedade e proporcionar-lhes uma perspetiva mais rica e mais realista sobre a história e a natureza da Ciência. Estas metas tornarão a Ciência mais acessível e mais atraente aos alunos e prepará-los-ão para uma cidadania democrática, consciente e informada.

Importa, por isso, que os currículos de Ciências contemplem aspetos relacionados com a natureza da Ciência e as suas relações com outras áreas. Ou seja, que enfatizem os aspetos relacionados com o que é a Ciência, como se constrói desenvolve, como e funciona internamente, como se relaciona com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (Acevedo et al., 2007; Hodson, 2008; Lederman, 2007; Roig et al., 2010; García-Carmona & Criado, 2012; García-Carmona, Criado & Cañal, 2014).

Porém, a inclusão da natureza da Ciência no currículo de Ciências não é uma tarefa fácil e requiere, entre outras coisas, o estabelecimento prévio de acordos sobre as

suas principais características e conteúdos que deveriam ser incluídos no currículo escolar.

A este respeito, autores como García-Carmona e Criado (2012), Manassero, Roig, Bonnin, e Moralejo (2013) e Vázquez e Manassero (2012b) referem que existem alguns consensos que se estão a impor aos currículos de Ciências e que dão ênfase à introdução dos aspetos relacionados com a natureza da Ciência, ou seja, a história, a psicologia e a epistemologia da Ciência, bem como as questões relacionadas com a sua sociologia interna e externa, relações CTSA.

Segundo os autores anteriormente citados, a inclusão da natureza da Ciência e, por conseguinte, das inter-relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) nos currículos tem uma função importante na Educação em Ciências, na medida em que deve dar sentido e impor a coerência dos seus princípios a todo o currículo científico escolar, de modo que todos os elementos que dele fazem parte (como por exemplo os objetivos, os conteúdos e os procedimentos metodológicos) mantenham um nível de concordância exigente com os aspetos e princípios da natureza da Ciência e das relações CTSA. Entre os argumentos a favor da inclusão destes aspetos nos currículos de Ciências, destaca-se, por exemplo, o facto do conhecimento científico ser carácter provisório, logo a argumentação em sala de aula deve ser o instrumento necessário ao ensino das Ciências, caso contrário a aprendizagem memorística seria incompatível com ela.

Além disso, sabendo que a abordagem da natureza da Ciência (a qual enfatiza as inter-relações CTSA, a história, a epistemologia e a sociologia interna da Ciência) potencia uma educação científica de qualidade para todos os cidadãos e que a Ciência e a Tecnologia têm um papel fundamental na compreensão do mundo atual, a necessidade de uma Sociedade com um maior desenvolvimento científico-tecnológico é também uma razão que justifica esta forma de abordar o ensino das Ciências e, portanto, a sua inclusão no currículo escolar (Vázquez & Cruz, 2013).

São vários os argumentos que justificam a urgência de integrar a natureza da Ciência e, portanto, a abordagem CTSA nos currículos de Ciências, pois só assim será possível formar cidadãos científica e tecnologicamente literatos. Em consonância com estes argumentos, os professores devem dispor de orientações curriculares que sirvam de enquadramento aos seus propósitos educativos, incluindo objetivos, conteúdos e atividades de ensino/aprendizagem adequados aos alunos que lhes possibilitem

compreender o mundo que os rodeia, ou seja, devem privilegiar a dimensão CTSA orientada para um ensino contextualizado da Ciência.

Deste modo, consideramos que para promover a Educação CTSA no ensino das Ciências é necessário que os currículos proponham o desenvolvimento de processos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar, argumentar...), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico; fomentem o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivas; promovam o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente, bem como o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.

Além destas finalidades, importa, também, que os currículos de Ciências permitam desenvolver e construir nos alunos conhecimentos científicos considerados essenciais. Neste sentido, o discurso pedagógico veiculado nos Currículos de Ciências deve: (i) sugerir a abordagem contextualizada de temas atuais relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia; (ii) propor a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social; (iii) sugerir situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas; (iv) abordar as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na Sociedade e no Ambiente; (v) evidenciar as relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia; (vi) realçar as mudanças nas condições de vida das pessoas relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos; (vii) enfatizar os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos; (viii) privilegiar a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA; (ix) apresentar dados relacionados com a natureza e a história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos; (x) apresentar o conhecimento de uma forma não dogmática; e (xi) informar acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer.

Por fim, os currículos de Ciências devem sugerir procedimentos metodológicos aos professores para incentivarem o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula; proporem a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA; e

fomentarem o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.

A reestruturação dos currículos de Ciências tem como principal objetivo a sua adaptação à Sociedade global. Ou seja, adequar a escola às necessidades socio-ambientais, (re)construindo os currículos de Ciências com cariz Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente é uma necessidade do tempo presente para fornecer aos professores orientações que lhes permitam implementar práticas pedagógicas promotoras do desenvolvimento da literacia científica dos alunos (Acevedo-Díaz, 2004; Fernandes & Pires, 2013; Fernandes, Pires & Villamáñan, 2013; García-Carmona & Criado, 2012; Martins, 2004; Pereira & Martins, 2008, 2009).

2.3 - O Manual escolar no processo de ensino/aprendizagem

Esta secção divide-se em três subsecções. Na primeira enquadra-se legalmente o manual escolar no processo educativo português e espanhol. Na segunda fundamenta-se a importância do manual escolar no processo de ensino/aprendizagem para a Educação CTSA. Na terceira discute-se a recontextualização que os manuais escolares fazem dos Documentos Oficiais Curriculares.

2.3.1 - Enquadramento legal do manual escolar no processo educativo português e espanhol

Em Portugal, os manuais escolares são materiais de aprendizagem destinados aos alunos (Decreto-Lei n.º 369/90, de 26 de Novembro) e considerados recursos educativos privilegiados pela Lei de Bases do Sistema Educativo português (Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro), estatuto que se manteve nas alterações introduzidas pela Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro e pela Lei n.º 49/2005, de 30 de Agosto. Pode dizer-se que a sua importância é oficialmente reconhecida na Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 49/2005 de 30 de Agosto), ao ser considerado um dos “recursos educativos privilegiados, a exigirem especial atenção” (Artigo 41º - 2, alínea a) e confirmada na Lei n.º 47/2006 de 28 de Agosto, artigo 3.º, alínea b), onde se tem a seguinte definição:

... recurso didático-pedagógico relevante, ainda que não exclusivo, do processo de ensino e aprendizagem, concebido por ano ou ciclo, de apoio ao trabalho autónomo do aluno que visa contribuir para o desenvolvimento das competências e das aprendizagens definidas no currículo nacional para o

ensino básico e para o ensino secundário, apresentando informação correspondente aos conteúdos nucleares dos programas em vigor, bem como propostas de atividades didáticas e de avaliação das aprendizagens, podendo incluir orientações de trabalho para o professor.

A Lei anteriormente referida, n.º 47/2006, 28 de Agosto de 2006, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 261/2007, de 17 de Julho, recentemente revogado pelo Decreto-Lei n.º 5/2014, define o regime de avaliação, certificação e adoção de manuais escolares dos Ensinos Básico e Secundário. Define também o regime de avaliação, certificação e adoção aplicável aos manuais escolares e outros recursos didático-pedagógicos do Ensino Básico e do Ensino Secundário, bem como os princípios e objetivos a que deve obedecer o apoio socioeducativo relativamente à aquisição e ao empréstimo de manuais escolares.

A adoção dos manuais escolares pelas escolas e pelos agrupamentos de escolas é da competência do respetivo órgão de coordenação e orientação educativa devendo ser devidamente fundamentada em grelhas de apreciação elaboradas para o efeito. Assim, a adoção e seleção de manuais escolares é o resultado do processo pelo qual a escola ou o agrupamento de escolas avalia a adequação dos manuais certificados ao respetivo projeto educativo, tal como estabelece o artigo 16.º da Lei n.º 47/2006, de 28 de Agosto.

No artigo 11.º da Lei n.º 47/2006 são apresentados os critérios de avaliação de manuais escolares considerados essenciais e obrigatórios pelo Ministério da Educação, constituindo-os como orientadores dos professores, em cada escola, aquando da sua escolha. São salientados os seguintes critérios: a) Rigor científico, linguístico e conceptual; b) Adequação ao desenvolvimento das competências definidas no currículo nacional; c) Conformidade com os objetivos e conteúdos dos programas ou orientações curriculares em vigor; d) Qualidade pedagógica e didática, designadamente no que se refere ao método, à organização, a informação e a comunicação; e) Possibilidade de reutilização e adequação ao período de vigência previsto (6 anos); f) Qualidade material, nomeadamente a robustez e o peso.

O resultado da avaliação efetuada pelas comissões de avaliação exprime-se numa menção de *Certificado* ou *Não certificado*, sendo objeto de homologação pelo dirigente máximo do serviço do Ministério da Educação responsável pela coordenação pedagógica e curricular (artigo 12.º da Lei n.º 47/2006). Os manuais escolares a adotar são escolhidos de entre os que, em resultado do processo de avaliação prévia, tenham obtido a menção de *Certificado* (artigo 14 do Decreto-Lei n.º 5/2014).

Em Espanha, a lei *Ley de Ordenación General del Sistema Educativo* de 1990 (LOGSE) introduziu pela primeira vez o termo manuais escolares, especificando, entre outros aspetos: os conteúdos que devem conter; os princípios pelos quais se devem reger; os critérios que devem respeitar as editoras para que os manuais escolares sejam aceites pelo Ministério de Educação e Cultura e para que possam ser vendidos; os critérios de supervisão de manuais escolares estabelecidos pelo Ministério da Educação e Cultura. Esta lei estabelece, ainda, a obrigatoriedade dos professores se informarem quando elegem um manual escolar, se este foi aceite pelo Ministério da Educação e Cultura.

Com a LOGSE os manuais escolares, bem como outros materiais editados que os professores e alunos utilizam nas escolas públicas e privadas, são considerados materiais curriculares.

De acordo com a lei anterior, a produção de manuais escolares pelas editoras é supervisionada pelo Ministério de Educação de tal forma que, se os manuais escolares produzidos reúnem as condições e os critérios estabelecidos pela lei, o Ministério autoriza a sua venda e uso, caso contrário, as editoras devem proceder às alterações necessárias para que os manuais escolares possam ser usados.

Para que os manuais escolares sejam autorizados pelo Ministério de Educação e Cultura e posteriormente selecionados pelos centros docentes, as editoras devem respeitar os seguintes critérios: i) justificação teórica do conteúdo e dos seus aspetos metodológicos e didáticos, bem como os objetivos do ciclo ou do ano; ii) organização e distribuição dos conceitos, procedimentos e atitudes; iii) especificação da inclusão dos conteúdos de educação moral e cívica, educação para a paz, para a saúde, para a igualdade de oportunidades entre pessoas de sexo diferente, educação ambiental, educação sexual, educação para o consumidor e educação rodoviária; iv) plano de atenção à diversidade do aluno e organização das atividades de apoio e reforço necessário; v) critério de avaliação do ciclo/ano, sendo considerados como ponto de referência para a avaliação dos objetivos programados; vi) os manuais escolares do professor devem referir e ter em atenção a diversidade dos alunos, propondo atividades de reforço e complementares; e vii) os materiais curriculares (nos quais se incluem os manuais escolares) destinados aos alunos devem refletir nos seus textos e imagens princípios de igualdade de direitos entre os dois sexos, rejeição de todo o tipo de discriminação, respeito por todas as culturas, fomento de hábitos de comportamento democrático e atenção aos valores éticos e morais dos alunos.

Em 1992, foram aprovados projetos editoriais para a Educação Primária (Educação Básica em Portugal) e foi autorizado o uso dos materiais curriculares nas escolas públicas e privadas. Foi publicado o *Real Decreto 388/1992, de 15 de abril - BOE. 98/92 de 23 de abril de 1992*, regulamentado pela *Orden de 2 de junio de 1992 - BOE. 140/92*, que estabelece a supervisão dos manuais escolares e outros materiais curriculares para o ensino regular e o seu uso nos centros educativos.

Em 1998, foi publicado o *Real Decreto 1744/1998, de 31 de julio - BOE. 212/98 de 4 de septiembre de 1998*, que estabelece o uso e supervisão dos manuais escolares e restante material curricular relativo ao ensino de regime geral e reconhece maior autonomia dos centros docentes na adoção de manuais escolares.

Em 2006, a *Ley Orgánica 2/2006* mantém a legislação da lei anterior e salienta que os manuais escolares e outros materiais didáticos adotados não podem ser substituídos por outros durante um período mínimo de quatro anos. Esta lei determina, ainda que:

- 1. En el ejercicio de la autonomía pedagógica, corresponde a los órganos de coordinación didáctica de los centros públicos docentes adoptar los libros de texto y demás materiales que hayan de utilizarse en el desarrollo de las diversas enseñanzas.*
- 2. La edición y adopción de los libros de texto y demás materiales no requerirán la previa autorización de la Administración educativa. En todo caso, éstos deberán adaptarse al rigor científico adecuado a las edades de los alumnos y al currículo aprobado por cada Administración educativa. Asimismo, deberán reflejar y fomentar el respeto a los principios, valores, libertades, derechos y deberes constitucionales, así como a los principios y valores recogidos en la presente Ley y en la Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre, de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género, a los que ha de ajustarse toda la actividad educativa.*
- 3. La supervisión de los libros de texto y otros materiales curriculares constituirá parte del proceso ordinario de inspección que ejerce la Administración educativa sobre la totalidad de elementos que integran el proceso de enseñanza y aprendizaje, que debe velar por el respeto a los principios y valores contenidos en la Constitución y a lo dispuesto en la presente Ley (Ley Orgánica 2/2006, artículo 157, cuarta disposición).*

A nova lei - *Ley Orgánica 8/2013 (LOMCE)* - mantém a legislação da lei anterior - *Ley Orgánica 2/2006* - relativamente aos manuais escolares.

2.3.2 - O manual escolar no processo ensino/aprendizagem e sua importância para uma Educação CTSA

O manual escolar desempenha um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem uma vez que contém um conjunto de informações formais para o contexto de transmissão e aquisição de conteúdos em sala de aula, o que faz com que seja um recurso educativo que determina os conhecimentos a serem discutidos com os alunos e a forma como estes são ensinados pelos professores (Castro & Cachapuz, 2005).

Neste pressuposto, torna-se necessário que a informação que o manual fornece seja rigorosa e atualizada e que tenha uma sequência didática lógica, mas que também contribua para a aprendizagem de atitudes e comportamentos. Necessário se torna, também, que apresente temas atuais que despertem interesse e sejam adequados às características dos alunos e que planeie atividades que abram novos campos de conhecimento. É também imprescindível que promova os valores de respeito mútuo e que promova a cidadania (Choppin; 2004; Martins, 2002c; Parcerisa, 1997; Santo, 2006; Santos e Greca, 2006).

Santo (2006) refere que os manuais escolares são um importante instrumento de acesso ao conhecimento pois absorvem cerca de 85% das despesas mundiais com materiais pedagógicos; constituem um negócio que, em cada país, envolve verbas avultadas; servem de base para a preparação das aulas dos professores; constituem o principal recurso pedagógico dos alunos; consomem cerca de 75% do tempo dos estudantes nas aulas dos Ensinos Básico e Secundário; e desempenham um papel importante na aprendizagem dos alunos, a longo e a médio prazo.

O manual escolar tem evoluído ao longo dos tempos. Para além de refletir as mudanças de cada época, relativas ao processo de ensino-aprendizagem, aos tipos de conhecimentos e conteúdos a aprender e às atitudes e valores a desenvolver, é também fortemente influenciado pelas mudanças políticas, económicas, sociais e culturais vivenciadas em determinada altura. Esta evolução e as influências que tem sofrido constituem-no como um recurso didático com funções educativas que foram sendo transformadas ao longo dos tempos.

Na opinião de Choppin (2004), os manuais escolares assumem quatro funções essenciais, que podem variar significativamente de acordo com o ambiente sociocultural, a época, as disciplinas, os níveis de ensino, os métodos e as formas de

utilização: 1) Função curricular ou programática – o manual escolar deve ser fiel à tradução do programa, constituindo-se como suporte de conteúdos educativos e ser depositário dos conhecimentos, técnicas e habilidades que a sociedade considera ser necessário transmitir às novas gerações; 2) Função instrumental – O manual escolar deve por em prática métodos de aprendizagens e propor exercícios e atividades que facilitem a memorização de conhecimentos, favoreça a aquisição de competências e a apropriação de habilidades e estimulem a adoção de métodos de análise e de resolução de problemas; 3) Função ideológica e cultural – o manual deve ser um veículo essencial da língua, da cultura e dos valores, um meio privilegiado na construção de identidades e um instrumento político, na medida em que contribui para a aculturação das gerações mais jovens e 4) Função documental – O manual escolar deve ser visto como um conjunto de documentos textuais e icónicos, cuja observação, leitura e confrontação podem favorecer o desenvolvimento do espírito crítico dos alunos. Esta função do manual escolar é desempenhada essencialmente em ambientes pedagógicos que visam estimular a iniciativa e a autonomia do aluno.

Santo (2006) refere-se a seis funções essenciais do manual escolar enunciadas por Gérard e Roegiers (1998) que são: 1) Função de transmissão de conhecimentos; 2) Função de desenvolvimento de capacidades e de competências; 3) Função de consolidação das aquisições e aprendizagens; 4) Função de avaliação das aquisições; 5) Função de ajuda na integração das aquisições e 6) Função de educação social e cultural. A autora defende que as primeiras estão diretamente relacionadas com as «funções relativas ao aluno» porque são orientadas para as aprendizagens escolares e as restantes inscrevem-se nas «funções de ligação das aprendizagens à vida quotidiana e profissional», articulando os interesses da escola com os do futuro cidadão.

Tendo o manual escolar as responsabilidades que lhe fomos atribuindo e sendo um recurso didático tão importante no processo de ensino-aprendizagem, deve ser capaz de responder aos desafios da era moderna permitindo a formação pessoal e social dos alunos. Estas ideias e pressupostos levam-nos a refletir acerca da importância do papel do manual escolar no processo de ensino-aprendizagem nos dias de hoje e reportam-nos para necessidade da abordagem CTSA estar contemplada nos manuais escolares de Ciências de forma a promover a literacia científica dos alunos.

Segundo Ocelli e Valeiras (2013), os manuais escolares, por um lado, representam e materializam a cultura e o conhecimento necessários numa determinada época tendo uma dimensão ideológica que reflete a conceção do mundo atual mas, por

outro lado, e apesar de serem materiais que têm que responder a princípios didático-pedagógicos, uma vez que são concebidos para serem utilizados na escola, estão sujeitos a princípios comerciais. Deste modo, podem surgir tensões que se refletem em textos inadequados devido às más interpretações aquando da elaboração dos manuais ou à falta de controlo aquando da sua revisão, o que faz com que, muitas vezes, cheguem às escolas e às salas de aula com erros conceptuais.

Alguns investigadores (López-Valentín & Guerra-Ramos, 2013; Martins, 2002c; Mansour, 2007; Ocelli & Valeiras, 2013; Silva, 2007; Urones, 2013) referem que o manual escolar pode condicionar o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que é o recurso mais utilizado, quer por professores, quer por alunos. Porém é um objeto de consumo pouco refletido por parte de quem o usa, sendo necessário pensar um pouco mais acerca da sua importância no processo de ensino-aprendizagem das Ciências. Silva (2007) refere a importância da “...concepção e avaliação de estratégias de formação inicial, contínua e especializada de professores focalizadas no desenvolvimento de competências orientadas para a valorização e para a interpretação/utilização sustentada do manual escolar...” p.284.

Sendo o recurso mais frequentemente utilizado nas práticas pedagógicas (Campanario & Otero, 2000; De la Caba & López, 2005; Gámez, Ruz & López, 2013; Jiménez, 2000; López-Valentín & Guerra-Ramos, 2013; Mansour, 2007; Morris, 2014; Ocelli & Valeiras, 2013; Perales, 2006; Silva, 2007; Santos, 2001a, 2004b) e tão importante no processo de ensino-aprendizagem, ao longo dos tempos, o manual escolar converteu-se num objeto de estudo de diversas investigações de Didática das Ciências, quer a nível internacional quer a nível nacional (Acebedo-Díaz et al., 2002; Alves, 2005; Bolloto et al., 2010; Caldeira, 2005; Castro & Cachapuz, 2005; Fernandes, 2011; Figueiroa, 2001; García-Carmona & Criado, 2008; Jiménez et al., 2005; Martínez Bonafé, 2007; Ocelli & Valeiras, 2013; Silva, 2007; Santos, 1999, 2001a, b, 2004b; Urones et al., 2013; Vázquez & Manassero, 2012b, entre outras) relacionadas com vários aspetos, desde a qualidade dos conteúdos e deteção de erros conceptuais presentes nos textos dos manuais escolares, até às atividades propostas e as imagens apresentadas, ou mesmo a imagem da Ciência, relações CTSA promovidas e a presença de temas transversais.

Entre estas investigações encontra-se a realizada por Ocelli e Valeiras (2013), que corresponde a um estudo de revisão bibliográfica acerca de alguns artigos científicos que envolviam o manual escolar de ciências como objeto de estudo.

No que se refere à qualidade dos conteúdos e presença de erros conceptuais nos manuais escolares, Occeli e Valeiras (2013) referem que no estudo por eles desenvolvido existem algumas investigações que vêm afirmando que: i) os conteúdos dos manuais escolares se apresentam de forma desatualizada, ou com erros conceptuais, ou com imagens reducionistas dos temas abordados; ii) os manuais apresentam uma grande quantidade de terminologia científica específica sem explicações conceptuais ou com deficientes explicações das ideias-chave que permitem compreender os fenómenos e iii) a maior parte dos manuais apresenta os conteúdos de forma pouco explícita e descontextualizada obrigando os leitores a fazer inferências acerca da relação que se estabelece entre a realidade e as propostas feitas nos manuais.

Relativamente às atividades propostas nos manuais escolares, Occeli e Valeiras (2013) verificaram que existem estudos que confirmam que estas não se preocupam com as conceções alternativas dos alunos, são quase sempre desvinculadas da vida quotidiana e do contexto dos alunos e não existe conexão entre atividades dentro da mesma unidade didática ou de unidades diferentes propostas nos manuais escolares. Pelo contrário, os manuais escolares apresentam atividades com estratégias de resolução muito estandardizadas, fechadas ou com solução imediata em que as propostas de resolução de problemas não exigem grande compromisso cognitivo ao aluno pois apenas são orientadas para a repetição de ideias expressas no texto e aplicação de teorias. Os autores acrescentam que: i) prevalece a falta de atividades dirigidas à indagação científica, à seleção e organização de informação, à interpretação de situações e à comunicação de resultados; ii) a análise e interpretação de resultados, quando é proposta, limita-se apenas a fenómenos em detrimento de dados de carácter numérico ou gráfico; iii) predomina a escassez de atividades experimentais a serem realizadas pelos alunos e a ausência de atividades de grupo ou adequadas à diversidade da sala de aula.

No que concerne ao tratamento das imagens incluídas nos manuais escolares, os mesmos autores (Occeli & Valeiras, 2013) apontam estudos que revelaram que permanece um elevado número de imagens bastante atrativas presentes ao longo dos manuais, contudo muitas delas apenas têm função decorativa ou incluem elementos de distração que aumentam o risco de interpretações erróneas. Em geral, as imagens utilizam-se como argumentos visuais para convencer os leitores da veracidade dos textos escritos ou para descrever situações que servem de exemplo de conceitos previamente definidos e muitas delas, as quais se referem a atividades experimentais,

incluem representações gráficas de produtos acabados o que impede que os alunos possam realizar interpretações e construção de conceitos científicos. Os autores referem também que muitos dos conceitos científicos complexos tendem a ser simplificados através das imagens observando-se como consequência numerosos erros conceptuais e existe uma débil conexão entre as imagens e os textos propostos nos manuais escolares, bem como uma ausência de um texto que acompanhe a imagem de maneira explicativa.

Uma outra linha de investigação (Santos, 1999, 2001a, b) diz respeito à imagem da Ciência. Sobre este assunto, a autora salientava que a dimensão CTSA nos manuais escolares ainda era pouco apreciável e que, por isso, estes contribuía para a construção de uma imagem da Ciência e dos cientistas à margem dos problemas reais do mundo, pois não têm em conta os aspetos das interações CTSA que marcam o desenvolvimento científico atual. A autora refere que nos manuais escolares o ensino das Ciências apresenta-se como:

(...) Um corpo coerente de conhecimentos assépticos e imparciais sem interação com campos da tecnologia, da filosofia, da ética, da religião e da economia e deixando de lado importantes aspetos sociais. Não se mostra como controvérsias, crises e mudança de paradigmas afetam não apenas o campo científico mas a conceção que o homem tem do universo e do seu lugar no mesmo. A ciência permanece, pois, alheada da realidade, afastada do mundo em que se vive, com poucas conexões com problemas reais desse mundo. Não é apresentada como património cultural da humanidade, não se mostra a sua utilidade social, não se explica o seu papel na modificação do meio natural e social. Pelo contrário, ou surge como algo que não serve fora do contexto da escola, ou como algo que não se sabe para que serve ou para que se utiliza. Ou ainda, como algo que apenas serve para aceder a estudos posteriores (Santos, 1999, p. 9)

Na mesma linha de investigação, Vilches e Furió (1999) e Acebedo-Díaz et al. (2002) apontavam que os manuais escolares apresentavam uma imagem distorcida da Ciência e não tinham em conta as complexas interações CTSA. Regra geral, ignoravam os aspetos históricos e epistemológicos da imagem da Ciência que é transmitida e, muitas vezes, quando usados, eram introduzidas distorções e erros históricos.

Por sua vez Figueiroa (2001) realizou um estudo sobre atividades laboratoriais e Educação em Ciências com manuais escolares de Ciências do 5ºano de escolaridade, no qual considerou que o manual escolar tende apenas a encorajar os alunos a utilizar os processos básicos da Ciência e ignora critérios orientadores para um ensino CTSA. Assim sendo, e indo ao encontro da ideia da autora, os manuais escolares apenas

transmitem os conteúdos da Ciência e não facilitam o envolvimento dos alunos nem desenvolvem atividades onde os alunos sejam chamados a agir, a construir o seu conhecimento e a tomarem posições críticas de cariz CTSA.

É nesta linha de pensamento, e considerando os argumentos anteriormente referenciados que Martins (2002c) defendia que o ensino das Ciências de cariz CTSA necessita de novos materiais que suportem as finalidades e objetivos desta nova forma de encarar a Educação, sendo, para isso, necessário conduzir projetos de investigação onde os manuais escolares sejam concebidos, produzidos, validados e adequados às questões sociais do momento. A autora acrescenta que os materiais/recursos de orientação CTSA e, em particular, os manuais escolares, para além de permitirem uma aproximação da educação com a realidade ao nível científico, tecnológico e social, devem também promover o desenvolvimento de capacidades específicas e gerais, ao nível dos conceitos e atitudes, não esquecendo as competências de leitura de documentação variada, de pesquisa e de organização de informação, bem como de trabalho em equipa e de construção de posições fundamentadas.

Corroborando os resultados dos estudos anteriores, num outro estudo sobre manuais escolares, levado a cabo por Santos (2004b), a autora refere que são muito reduzidas as oportunidades proporcionadas aos alunos para se darem conta de problemas com interesse e impacto social; se desenvolverem como cidadãos ativos na resolução de problemas sócio-ambientais e tomarem decisões conscientes; serem cidadãos informados na resolução dos problemas; identificarem formas de impacto da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente; reconhecerem as vantagens e as limitações da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no ambiente; ligarem a Ciência e a Tecnologia a outros campos do saber; relacionarem aspetos, económicos, políticos, religiosos e éticos da Ciência e da Tecnologia com questões pessoais.

A mesma opinião apresenta Alves (2005), que desenvolveu um estudo ao nível do 1º ciclo em que refere que nos manuais escolares de Ciências a exploração de temas de índole CTSA é feita através de textos que não levam o aluno a questionar os argumentos apresentados, nem a identificar e lidar com irrelevâncias, bem como também não estimulam o aluno na procura de mais ou de outras informações. Os textos apresentados aparecem como única fonte credível e por isso não levam o aluno a confrontar-se com outras fontes avaliando a credibilidade e constatando a existência, por exemplo, de conflitos de interesses. O autor considera também que não existem

textos que informem sobre o trabalho científico realizado pelos cientistas em situações reais e portanto não passam a imagem do seu trabalho no mundo real.

Por sua vez, Castro e Cachapuz (2005) defendiam que os manuais de Ciências não são adequados a uma Educação CTSA, referindo que na maioria destes recursos didáticos orientadores não é considerada a evolução da Ciência surgindo descontextualizada e separada da Sociedade e da vida quotidiana dos alunos. Os autores referem também que o modo como os professores valorizam o manual escolar influencia a forma como os alunos perspetivam a Ciência e, por isso, consideram ser necessários mais estudos sobre o papel deste recurso didático e de estratégias da sua utilização no processo de ensino-aprendizagem da Ciência.

Num estudo desenvolvido por Fernandes (2011), a autora verificou que a incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares de Ciências não está, ainda, completamente conseguida pois nem sempre são estabelecidas relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, e quando o são, nem sempre essas relações são suficientemente evidenciadas para se tornarem claras/evidentes, nomeadamente, para os alunos. Além disso, a perspetiva CTSA aparece, geralmente, em sessões próprias, com a designação de secção CTSA ou, mesmo, com outras designações. Os conteúdos científicos nem sempre são explorados de forma interligada com a Tecnologia com a qual se relacionam e com o impacto que esta têm na Sociedade e no Ambiente, quer realçando os impactos positivos, quer realçando os impactos negativos. Os textos/discurso facultado pelos manuais escolares, bem como as atividades propostas, na sua grande maioria, traduzem os conteúdos científicos como «Ciência pura», desconectados de outros campos do saber, e são poucas as sugestões propostas pelos manuais para se explorarem, compreenderem e avaliarem as inter-relações CTSA. Os textos sugeridos pelos manuais, regra geral, não levam o aluno a questionar os argumentos apresentados bem como não estimulam o aluno na procura de mais ou outras informações. Ou seja, o discurso utilizado, na grande maioria dos manuais estudados, não recorre a conteúdos que aproximem os alunos das inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. Para além disso, os manuais escolares de Ciências raramente abordam os assuntos na perspetiva sócio-construtivista.

Em concordância com estes aspetos, Vieira et al. (2011) salientam que, nos manuais escolares de Ciências, o conhecimento científico ainda surge como uma informação muito sólida e independente de uma construção mental humana e raramente se faz referência aos projetos humanos e sociais que antecedem essa construção.

Privilegiam-se fórmulas metodológicas de produção e de apropriação do conhecimento, acentuando-se uma subordinação sistemática das ideias aos factos segundo o método científico e o trabalho laboratorial tende a ser uma «receita», sendo usado mais como um fim em si próprio do que como parte integrante da resolução de problemas.

Vázquez e Manassero (2012b) e Occeci e Valeiras (2013) acrescentam, ainda que os manuais escolares não dão sentido nem permitem um ensino das Ciências que tenha em consideração a natureza da Ciência e da Tecnologia e, por conseguinte, a abordagem CTSA, uma vez que tendem a concentrar no início tudo aquilo que não é ciência canónica tradicional (método científico, imagem dos cientistas, impacto da Ciência e da Tecnologia, etc.) e, por isso, no resto do manual fica esquecida esta coerência que deve ser necessária e contínua ao longo dos vários temas. Deste modo, a Ciência apresenta-se como uma acumulação de conhecimentos, sem abordar ou desenvolver os conflitos que produzem as mudanças dos conceitos, nem o contexto histórico e social de que formam parte as teorias científicas, de tal forma que a Ciência é apenas entendida como uma recolha de feitos e não um processo dinâmico de produção e explicações alternativas.

Neste enquadramento, Occeci e Valeiras (2013) afirmam que os manuais de Ciências não valorizam questões relacionadas com a história da Ciência e dos aspetos filosóficos e epistemológicos e quando, porventura, estas questões são incluídas, apresentam-se de forma descontextualizada. Estes autores referem que nos manuais de Ciências prevalecem detalhes científicos sem reconstruções históricas de dados e é omissa o contexto em que se desenvolve o trabalho científico, bem como as possíveis interpretações alternativas que podem dar lugar a conflitos e temas controversos. Desta forma, é promovida uma visão positivista da Ciência, sem dar a conhecer em que circunstâncias se desenvolveu o trabalho dos membros da comunidade científica e, portanto, não se apresenta a Ciência como uma forma de pensar, mas sim como uma atividade na qual não é considerada a criatividade e as dúvidas próprias de todo o processo investigativo dos cientistas. Prevalece a ideia errónea de que a atividade científica é um ato individual, cujo avanço parece proceder de momentos «geniais» de inspiração científica. Assim, o papel da história da Ciência fica limitado ao primeiro e único científico que descobriu algo corretamente, sendo a Ciência apresentada de forma individualista em que os cientistas isolados descobrem verdades absolutas através de experiências, excluindo, desta forma, os debates dentro da comunidade científica.

Verifica-se também, que o papel da mulher como cientista é, quase sempre, negligenciado, mostrando uma imagem neutra e independente dos indivíduos que

constroem a Ciência (García-Carmona & Criado, 2008 e Occeci & Valeiras, 2013) e, por isso, é produzida uma despersonalização, descontextualização e neutralização do conhecimento científico (Bolloto et al., 2010 e Occeci & Valeiras, 2013).

Segundo os autores anteriormente referidos, resulta evidente a necessária inclusão nos manuais escolares da perspectiva CTSA em que se evidenciem aspetos relacionados com a imagem da Ciência e a natureza da Ciência (história, epistemologia e sociologia da Ciência), bem como temas transversais e socio-controversos onde se manifestem as inter-relações CTSA. Ou seja, a integração de uma abordagem CTSA de ensino das Ciências, por ser capaz de promover a literacia científica dos alunos que, por várias vezes já dissemos, devendo, portanto, estar presente nos manuais escolares de Ciências.

Para que a tão desejada abordagem CTSA se verifique/seja uma realidade nos manuais escolares de Ciências ou noutros materiais curriculares, vários autores se têm pronunciado apontando requisitos a considerar.

De acordo com Waks, 1992 (citado por Santos, 2001a), para que os manuais escolares possam proporcionar uma abordagem CTSA e apoiar as aprendizagens dos alunos, devem obedecer a critérios como os que a seguir se apresentam (tabela 5).

Tabela 5: Critérios a considerar na construção de materiais curriculares CTSA (Adaptado de Waks, 1992, citado por Santos, 2001a)

Critérios	Finalidade
Responsabilidade	Desenvolver nos alunos a compreensão do seu papel como membros da Sociedade, que por sua vez está integrada na natureza, incentivando-os a envolverem-se em ações pessoais/sociais em que ponderarem as consequências de opções alternativas.
Influências mútuas CTSA/ Relações com questões sociais	Contemplar as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, explorando visões amplas CTSA, que incluam questões éticas e valores e onde as relações do desenvolvimento científico e tecnológico com a Sociedade e com o Ambiente estejam claramente estabelecidas.
Tomada de decisão e resolução de problemas	Empenhar os alunos na procura de soluções para os problemas e desenvolver competências de tomada de decisão.
Integração de pontos de vista	Ajudar os alunos a pesquisarem e interessarem-se por outros assuntos, para além do assunto específico, acerca de CTSA que incluam um tratamento de valores pessoais e sociais, apresentando diferentes pontos de vista sobre questões e opções, sem necessariamente se esconder a perspetiva do autor.

Na mesma linha de pensamento, Membiela (2001) refere que os materiais CTSA, em geral, e em particular os manuais escolares, deveriam cumprir os seguintes

requisitos: i) potenciar a responsabilidade, desenvolvendo nos alunos a compreensão do seu papel como membros de uma sociedade, que por sua vez deve ser integrada em algo mais amplo como é a natureza; ii) contemplar as influências mútuas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; iii) promover pontos de vista equilibrados para que os alunos possam decidir conhecendo as diversas opiniões, sem que o professor deva necessariamente ocultar a sua; iv) exercitar os alunos na tomada de decisões e na resolução de problemas; v) promover a ação responsável, incentivando os alunos a comprometer-se na ação social depois de ter considerado os seus próprios valores e os efeitos que podem ter das distintas possibilidades de ação; vi) procurar a integração fazendo progredir os alunos até visões mais amplas da Ciência, da Tecnologia e Sociedade, que incluam questões éticas e de valores e vii) promover a confiança na Ciência, no sentido em que os alunos sejam capazes de a usar e entendê-la como um alicerce na relação CTSA.

Por sua vez, Ríos e Solbes (2007) defendem que os manuais escolares, e em particular os manuais de Ciências, devem ter em consideração diferentes aspetos das interações CTSA, nomeadamente: i) propor atividades para deteção das concepções dos alunos; ii) contextualizar os produtos da Ciência; iii) apresentar atividades laboratoriais como atividades problemáticas que pressupõem algum tipo de investigação; iv) apresentar a Ciência e a Tecnologia como meios para resolver problemas do meio natural e social; v) mostrar a evolução e o papel que a Ciência e a Tecnologia tiveram na Sociedade e no Ambiente; vi) apresentar o papel que a Sociedade, com os seus problemas e necessidades, exerce e/ou exerceu sobre a evolução da Ciência e da Tecnologia, abordando as aplicações da Ciência e da Tecnologia na vida quotidiana; vii) apresentar a Ciência e a Tecnologia como fruto do trabalho coletivo de organizações sociais e não como obra individual; viii) contribuir para a valorização crítica e para a tomada de decisões, oferecendo, deste modo, uma imagem de Ciência e de Tecnologia predominantemente qualitativa, tendo em consideração as complexas relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Opinião semelhante apresentam Vieira et al. (2011) quando sugerem que os recursos didáticos, e em particular os manuais escolares, devem: i) contemplar temas sócio tecnológicos a partir dos quais ganhe relevância e sentido a compreensão da Ciência e de explicações científicas; ii) focar interações CTSA evidenciando a Ciência e a Tecnologia como atividades humanas influenciadas pela Sociedade e reconhecendo a vantagens e limitações da ciência e a responsabilidade social dos cientistas; iii) explorar

aspectos políticos, éticos, económicos e sociais do desenvolvimento científico-tecnológico, mediante uma perspectiva democrática e o envolvimento dos cidadãos na tomada de decisão e iv) criar oportunidades para a formação de cidadãos responsáveis, capazes de procurar soluções para problemas socio-ambientais e de mobilizar conhecimento científico, capacidades de pensamento e atitudes e valores. Neste sentido, os manuais escolares devem propor aos alunos situações que solicitem a identificação de problemas com interesse para os alunos, utilizando conhecimentos científicos, capacidades e atitudes, bem como o uso de recursos humanos e materiais e a pesquisa de informação credível que pode ser usada na resolução de problemas reais e na tomada de decisão responsável e informada.

Do exposto e em concordância com as ideias dos autores mencionados anteriormente, consideramos que para promover a Educação CTSA no ensino das Ciências é necessário que o discurso/informação facultada nos manuais escolares: i) explore os tópicos de Ciências em função da utilidade social; ii) permita desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais; iii) dê exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia; iv) informe o aluno sobre vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente; v) apresente informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da interação CTSA bem como o pensamento crítico e vi) mostre que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas.

É necessário, também, que os manuais escolares de Ciências proponham atividades de ensino/aprendizagem diversificadas de simulação da realidade onde estejam presentes as interações CTSA levando o aluno a «pôr-se no lugar do outro», a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA e em que se verifique o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico. Atividades que sejam complementadas com a resolução de situações de aplicação ao dia-a-dia, dos novos conhecimentos (Fernandes, 2011; Fernandes & Pires, 2013).

No entanto, apesar de toda a investigação feita ao nível da Didática das Ciências, e que temos vindo a referenciar que tem mostrado as potencialidades da perspectiva CTSA no ensino das Ciências e de todos os esforços desenvolvidos pelas Organizações Internacionais e reformas educativas implementadas em diferentes países, ela não tem

sido contemplada nem claramente integrada nos processos de ensino-aprendizagem da Ciência, nem nos manuais escolares e, na maioria das vezes, as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente são pouco explícitas, claras e evidentes (Acevedo et al., 2003; Alves, 2005; Alves, 2011; Fernandes, 2011; Fernandes & Pires, 2011, 2013; Membiela, 2001; Roig et al., 2010; Vieira, 2003).

Além disso, como refere Solaz-Portolés (2010), os alunos em geral costumam ter muitas dificuldades em compreender os textos de Ciências, sendo, por isso necessário fornecer uma apropriada conceção da Ciência aos estudantes para que estes possam ter uma adequada formação científica e, portanto, é imprescindível que os manuais escolares contemplem a perspetiva CTSA para que possam transmitir aos alunos uma Educação em Ciências mais contextualizada e próxima do seu quotidiano.

Pelas razões já consideradas reiteramos a importância da realização de um estudo interpretativo acerca da forma como a perspetiva CTSA é abordada nos manuais escolares de Ciências, nomeadamente da Educação Básica.

2.3.3 - Relação entre o Discurso Pedagógico Oficial veiculado nos Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências: Ideias da teoria de Bernstein

No dizer de Neves e Morais (2006) e Calado e Neves (2012) os manuais escolares tendem a ser elaborados com base nas diretrizes curriculares específicas de cada disciplina. Todavia, sabendo que são concebidos por vários autores e interpretados por diferentes professores em contexto de sala de aula, torna-se necessário compreender quais são as recontextualizações que ocorrem na mensagem dos vários documentos orientadores do processo de ensino/aprendizagem, nomeadamente nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares.

Neste sentido, diversos estudos de investigação (Pires, Morais & Neves, 2004; Calado, 2007, Morais & Neves, 2007; Silva, 2009; Ferreira & Morais, 2010; Mainardes & Stremel 2010; Graizer & Saurin, 2011; Calado & Neves, 2012) têm explorado os conceitos da teoria do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000) para descrever e analisar o discurso pedagógico veiculado em textos produzidos nos vários níveis do sistema educativo (desde o macro-nível, campo de Estado, até ao micro-nível da sala de aula), bem como as relações que se estabelecem entre eles.

Entendemos que os manuais escolares assumem um nível intermédio entre o macro-nível (campo de Estado) e o micro-nível (campo de sala de aula). Nesta perspetiva, para compreendermos a relação entre o discurso pedagógico veiculado nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares, recorreremos à teoria de Bernstein, nomeadamente, ao modelo do discurso pedagógico.

Segundo os autores anteriormente citados, de acordo com o modelo do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000), na produção e reprodução do discurso pedagógico são considerados três níveis de análise, o de geração, o de recontextualização e o de transmissão.

No modelo do discurso pedagógico, que envolve um conjunto complexo de relações (figura 6), os dois primeiros níveis dizem respeito ao contexto de produção e só o terceiro nível diz respeito ao contexto de reprodução.

Pela interpretação do modelo do discurso pedagógico de Bernstein e em consonância com as investigações defendidas por Calado (2007), Morais e Neves (2007), Silva (2009), Ferreira e Morais (2010) e Calado e Neves (2012), no campo de Estado, influenciado pelo campo internacional, pelo campo da economia (recursos físicos) e pelo campo do controlo simbólico (recursos discursivos) é produzido o Discurso Regulador Geral (DRG). Este discurso inclui os princípios dominantes da Sociedade, corresponde ao Discurso Oficial do Estado, que é institucionalizado mediante textos legais, como é o caso por exemplo, da Lei de Bases do sistema educativo. Como resultado da recontextualização do DRG, no campo de recontextualização oficial, onde se inclui o Ministério de Educação, é produzido o Discurso Pedagógico Oficial (DPO) que se encontra expresso em vários Documentos Curriculares Oficiais (currículo escolar, programas e metas de curriculares de ciências). Este processo de recontextualização é também influenciado pelo campo da economia, pelo campo do controlo simbólico, pelo campo internacional e também pelas conceções dos seus autores. Por sua vez, o DPO sofre nova recontextualização influenciada pelo contexto educativo (campo de recontextualização pedagógica) e é produzido o Discurso Pedagógico de Reprodução (DPR) que é veiculado nos manuais escolares e reproduzido em sala de aula (nível de transmissão), podendo, por isso, ainda estar sujeito a novas recontextualizações influenciadas pela prática pedagógica.

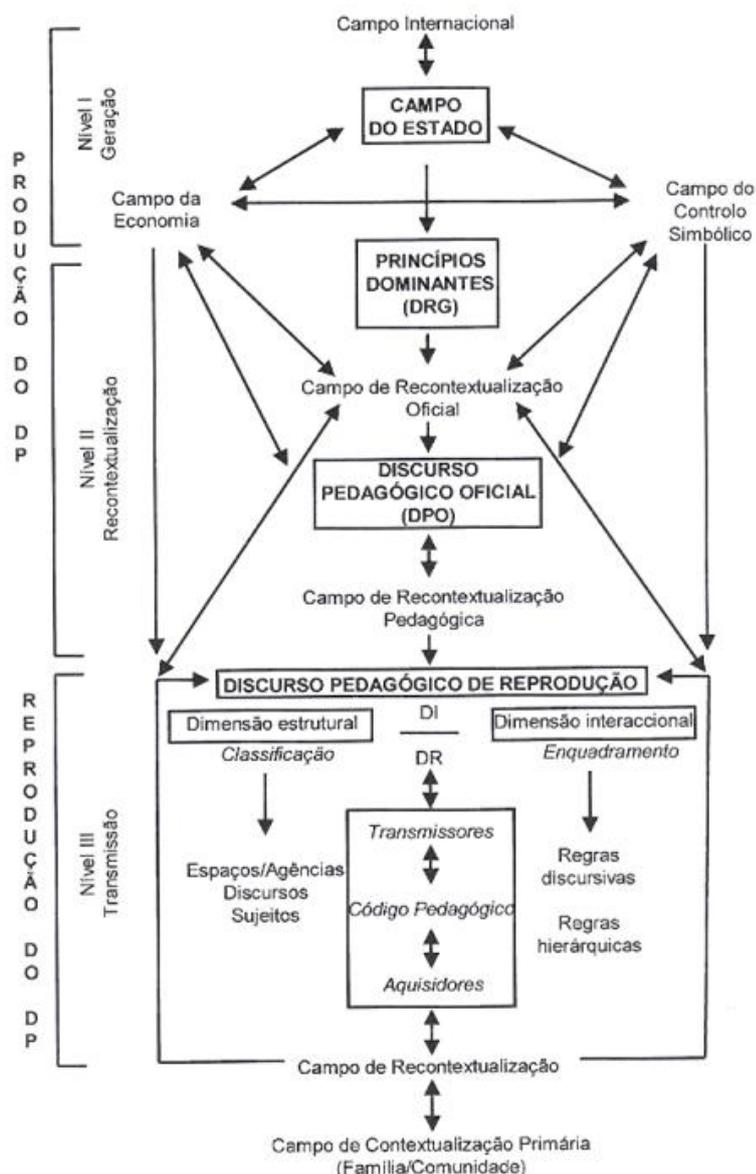


Figura 6: Modelo do discurso pedagógico de Bernstein (1986, 2000; Adaptado por Morais & Neves, 2007)

Autores de diversos trabalhos de investigação, como os anteriormente referidos, consideram que segundo Bernstein (1990, 2000), o discurso pedagógico (DP) é definido pela relação entre o Discurso Instrucional (DI), relacionado com a aquisição de conhecimentos e de competências cognitivas, e o Discurso Regulador (DR), relacionado com a aquisição de valores, normas de conduta social e competências sócio-afectivas. Segundo este modelo, a produção e reprodução do discurso pedagógico, e por conseguinte da mensagem produzida e transmitida, é regulado através de regras hierárquicas de distribuição, recontextualização e avaliação que envolvem relações de poder e de controlo entre várias categorias, nomeadamente entre sujeitos, como por

exemplo, o Ministério de Educação (transmissor da mensagem produzida) e os autores de manuais e os professores e/ou professor/aluno (aquisitores da mensagem produzida). Para caracterizar estas formas de poder e de controlo são usados os conceitos de classificação e de enquadramento. A classificação refere-se ao grau de manutenção das fronteiras entre categorias (discursos, espaços e sujeitos). A classificação diz-se forte quando há uma nítida separação entre as categorias, e diz-se fraca quando as fronteiras entre categorias são esbatidas. O enquadramento refere-se às relações sociais entre categorias, isto é, à comunicação entre elas. É considerado forte quando a categoria superior tem o controlo nessa relação, o transmissor regula explicitamente o conteúdo, e é considerado fraco quando a categoria inferior tem algum controlo nessa relação, o transmissor tem aparentemente um controle menor.

Calado (2007) desenvolveu um estudo baseado na teoria de Bernstein que incidiu sobre a análise do discurso pedagógico veiculado em dois manuais escolares de Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico, tendo como foco quatro características pedagógicas centrais no ensino das Ciências: processo de construção da Ciência; relações intradisciplinares; nível de exigência conceptual; e critérios de avaliação. Este estudo teve como objetivo caracterizar os processos de recontextualização que ocorrem na mensagem do currículo quando esta é traduzida na mensagem dos manuais escolares. Os resultados mostraram que a mensagem dos Documentos Curriculares analisados traduz um grau de conceptualização consideravelmente baixo relativamente às quatro categorias analisadas e a recontextualização que os manuais escolares fazem desta mensagem tende a ser menor, isto é, verificou-se um decréscimo da expressão e do grau de conceptualização dessas características.

Relativamente à primeira categoria analisada – processo de construção da Ciência – que se relaciona com a finalidade e características do nosso estudo, Calado (2007) e Calado e Neves (2012) afirmam que não é valorizado. Os manuais escolares não fazem alusão à dimensão psicológica da construção da Ciência e a abordagem às dimensões histórica e sociológica interna é muito pouco expressiva. A dimensão filosófica e sociológica externa da Ciência apresenta alguma expressão, porém as relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) baseiam-se, essencialmente, em competências associadas a estas dimensões, sem que seja estabelecida uma ligação com a construção da Ciência, ou sem se explorarem conhecimentos com um grau de complexidade elevado, ou seja, as relações CTSA são implícitas e pouco claras.

Não sendo nossa intenção caracterizar as relações de poder e de controle descritas anteriormente, percebemos que de acordo com as ideias e conceitos da teoria do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000), o Discurso Pedagógico de Reprodução, regulado e recontextualizado a partir do Discurso Pedagógico Oficial e produzido no campo de recontextualização pedagógica, é veiculado através dos manuais escolares. É, portanto, neste campo de recontextualização pedagógica que pretendemos perceber, mediante interpretações e inferências, a relação entre o Discurso Pedagógico Oficial (DPO) transmitido nos Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares, no âmbito da perspectiva CTSA.

2.3.2.1 - O manual escolar e a interpretação da mensagem dos Documentos Oficiais Curriculares de Ciências

Segundo as ideias mencionadas anteriormente, de acordo com as orientações prescritas nos Documentos Oficiais Curriculares (Discurso Pedagógico Oficial), os autores de manuais escolares elaboram o seu texto (Discurso Pedagógico de Reprodução) que transmite uma determinada mensagem para o professor/aluno ao nível de sala de aula. A este respeito, Santos (2001a) afirma mesmo, que o manual escolar é quem prescreve e veicula o currículo escolar na forma textual. É a partir dele que a maioria das decisões relacionadas com as estratégias didáticas e seus conteúdos são tomadas, e é também a partir dele que se iniciam os estudos exploratórios dos temas a desenvolver.

Mas, tal como os manuais escolares refletem as interpretações que os respetivos autores fazem dos Documentos Oficiais Curriculares, também os professores fazem interpretações pessoais dos manuais escolares influenciadas por aspetos externos sociais, económicos, culturais e ideológicos e/ou académicos. Ou seja, a mensagem transmitida de um contexto pedagógico para outro (dos Documentos Oficiais para os manuais escolares e, destes para a sala de aula) pode sofrer influências que alteram a mensagem inicial, feitas pelos autores dos manuais escolares e pelos professores.

Neste contexto, Neves e Morais (2006) consideram que, embora o texto pedagógico contido num manual escolar tenda a reproduzir a mensagem do texto pedagógico contido nos Documentos Oficiais Curriculares, essa reprodução sofre alterações em função da interpretação dos autores. Da mesma forma, embora uma prática pedagógica de sala de aula tenda a reproduzir a mensagem do manual escolar e,

Gámez, Ruz e López (2013) e Jiménez (2000) afirmam que os manuais escolares refletem a atual situação do ensino das Ciências sendo uma referência básica dos professores nas programações das suas aulas e são uma fonte de conhecimento e apoio dos alunos devido ao grande uso que fazem deles. Portanto, é necessário que se examinem os seus conteúdos para que se possa perceber de que forma estes prescrevem as propostas educativas dos currículos.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Introdução

Este capítulo compreende seis secções. Na primeira descreve-se a natureza da investigação que orientou o estudo. Na segunda refere-se o plano geral metodológico da investigação. Na terceira apresenta-se a técnica e os instrumentos de investigação aplicados na recolha de dados. Na quarta faz-se uma breve descrição acerca dos Documentos Oficiais analisados na 1ª fase do estudo. Na quinta identificam-se os manuais escolares envolvidos na 2ª fase do estudo. Por fim, na sexta e última secção esquematiza-se o processo de recolha e tratamento dos dados.

3.1 - Natureza da investigação

O estudo desenvolvido nesta investigação envolve uma realidade dinâmica que analisa detalhadamente a forma como a perspetiva CTSA é incorporada nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências de Portugal e de Espanha (2ºCiclo do Ensino Básico em Portugal/3ºCiclo da Educação Primária em Espanha). Pretende-se, também, perceber a recontextualização/interpretação que os manuais escolares portugueses/espanhóis fazem da mensagem dos respetivos Documentos Oficiais, no que diz respeito à perspetiva CTSA. Deste modo, em função dos objetivos definidos e das questões de estudo formuladas, considerou-se mais adequada uma abordagem de natureza qualitativa. No entanto, e apesar de ser essencialmente de natureza qualitativa, esta investigação também se revê nalguns aspetos de carácter quantitativo. Deste modo, pode dizer-se que se contempla na investigação uma metodologia mista, procurando-se um plano em que estão simultaneamente presentes aspetos associados às abordagens qualitativa e quantitativa de forma a completarem-se e a permitirem uma maior compreensão do contexto de análise.

De acordo com Coutinho (2011), uma investigação quantitativa procura analisar fatos e tendências observáveis e medir variáveis comportamentais passíveis de serem mensuráveis e comparadas ao longo do processo da investigação empírica. O investigador recorre a um modelo hipotético-dedutivo e tenta comprovar

estatisticamente as hipóteses de modo a obter resultados. Este tipo de investigação procura encontrar regularidades, estando sujeitas a leis e generalizações teóricas.

Deste modo, o estudo desenvolvido, embora não pretenda comprovar hipóteses, também assume características de uma abordagem quantitativa expressa na contagem de unidades de análise/episódios por dimensão de análise e respetiva percentagem, porém sem pretensões explícitas de estabelecer quaisquer generalizações.

Segundo Reichardt e Cook (1986) citados por Alves (2005), o paradigma qualitativo caracteriza-se pela fundamentação na realidade e desenvolvimento orientado para a descoberta, para além de ser exploratório e descritivo. Além disso, segundo autores como Bogdan e Biklen (1994), na investigação qualitativa em educação o investigador utiliza principalmente metodologias que possam criar dados descritivos que lhe permitam retirar as suas conclusões.

A investigação de natureza qualitativa é considerada por Coutinho (2011, p.7), como sendo “uma actividade de natureza cognitiva que consiste num processo sistemático, flexível e objectivo de indagação e que contribui para explicar e compreender os fenómenos sociais”, não sendo o seu principal interesse efetuar generalizações uma vez que se interessa mais pelos processos do que pelos produtos.

É também uma metodologia que privilegia a compreensão dos fenómenos orientando-se por uma perspetiva hermenêutica e interpretativa (Bogdan & Biklen, 1994; Serrano, 2004). Assim, pretende-se compreender uma determinada realidade e determinados fenómenos na sua complexidade.

Coutinho (2011) acrescenta ainda que os métodos qualitativos se regem por uma lógica indutiva na qual a teoria surge depois da interpretação dos factos. Na investigação qualitativa o investigador observa e procura interpretar a realidade e vai elaborando categorias que se transformam em constructos teóricos que vão formar a teoria.

No nosso caso pretendemos compreender se a perspetiva CTSA está presente, e de que forma, nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências, em Portugal e em Espanha.

A escolha deste tipo de investigação deve-se ao facto de se encontrarem presentes no estudo que queremos desenvolver características fundamentais da investigação qualitativa (Bogdan & Biklen, 1994), nomeadamente: 1) a fonte direta dos dados é o ambiente natural e o investigador é o principal agente de recolha desses dados; 2) os dados que o investigador recolhe são essencialmente de carácter descritivo;

3) o investigador interessa-se mais pelo processo em si do que propriamente pelos resultados; 4) a análise dos dados é feita de forma indutiva; e 5) o investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado do objeto de estudo.

De acordo com Lessard-Hébert, Goyette e Boutin, (1994), o estudo apresenta características de um processo indutivo-exploratório, que acontece quando os investigadores tendem a analisar os dados, extraem significados a partir dos dados recolhidos e não procuram a informação para testar e verificar hipóteses. Sendo assim, este estudo tem características indutivas pois não parte de qualquer hipótese prévia, mas sim de questões de investigação às quais se pretende dar resposta à medida que o estudo se desenvolve. Assim, começou-se por proceder à recolha de dados sobre a forma como a perspetiva CTSA está incorporada quer nos Documentos Oficiais, quer nos manuais escolares de Ciências, de seguida foi feita uma descrição e reflexão dos mesmos e finalmente infere-se acerca das relações que são estabelecidas entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Carmo e Ferreira (1998) atribuem esta característica exploratória a investigações que pretendam compreender e explicar a situação do objeto em estudo que, neste caso, são documentos orientadores da ação educativa. Os dados são normalmente recolhidos mediante a administração de instrumentos de recolha de dados adequados. Estes dados na nossa investigação incluem descrições da análise feita aos documentos curriculares e aos manuais escolares tendo por base os instrumentos de análise concebidos para o efeito.

Segundo Vieira (2003), na investigação qualitativa, o conhecimento intuitivo tem valor acrescido. O autor considera que, neste tipo de investigação, o próprio investigador é um «instrumento» de recolha de dados e a validade e a fiabilidade dos mesmos dependem da sua sensibilidade, conhecimento e experiência. Ora, tratando-se de uma investigação predominantemente interpretativa, e sendo o investigador o principal instrumento na recolha e análise da informação, os dados refletem, muitas vezes, a subjetividade e o envolvimento do investigador e, portanto, é necessário que este proceda com o maior rigor possível e neutralidade na recolha e análise dos mesmos.

Na investigação que desenvolvemos, procurou-se fazer uma descrição pormenorizada que permitiu interpretar e atribuir significados aos resultados obtidos, bem como dar resposta às questões de investigação formuladas e tecer conclusões acerca da forma como os Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências abordam a perspetiva CTSA.

3.2 - Plano metodológico da investigação

A figura 8, que se apresenta de seguida, representa o plano geral metodológico da investigação segundo as suas fases de desenvolvimento.

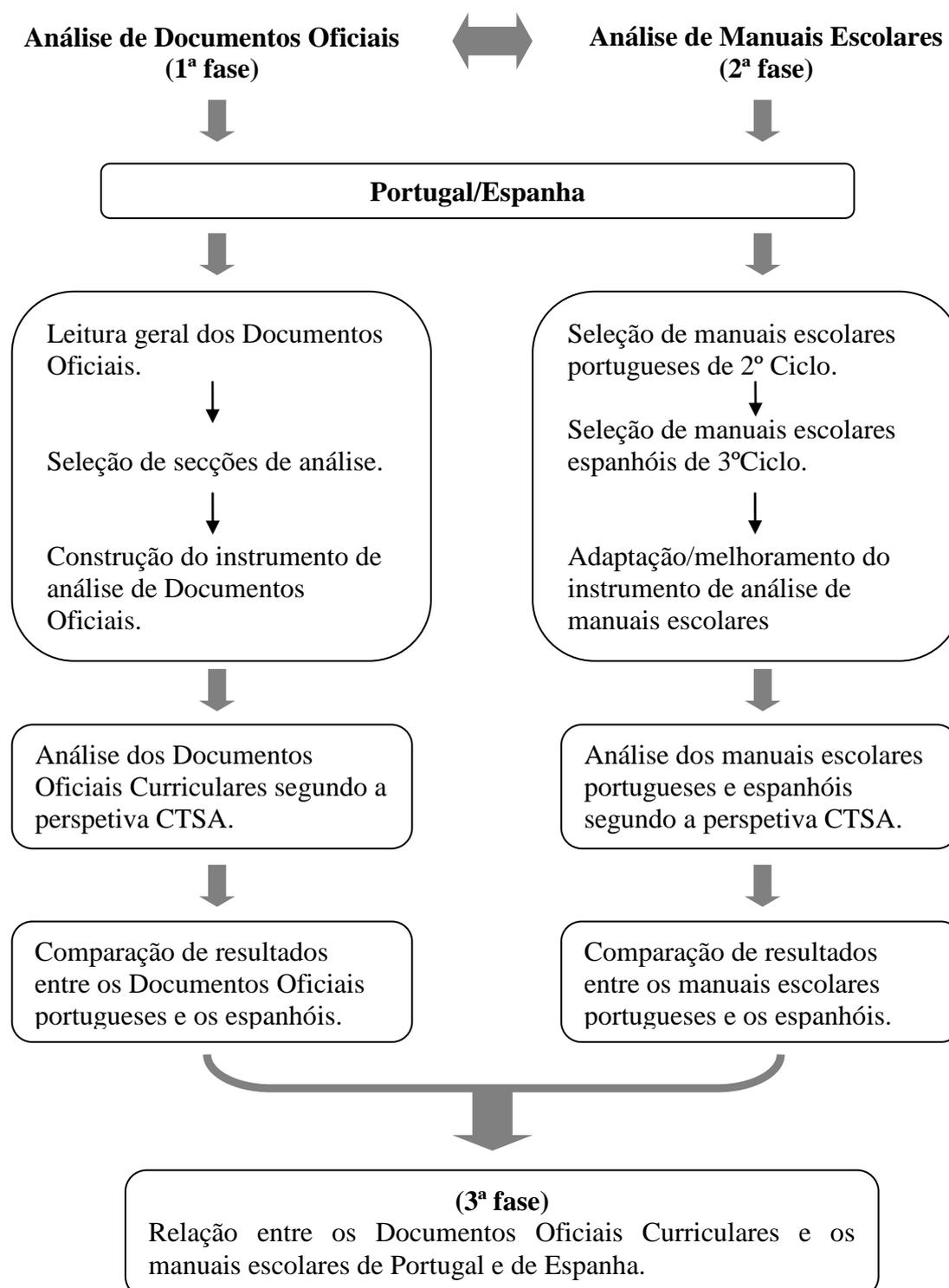


Figura 8: Plano geral metodológico da investigação.

Decorrente do quadro teórico sobre as temáticas que enquadram e fundamentam a Educação CTSA, anteriormente revisto no capítulo 2, foi nossa preocupação, tal como já referimos, desenvolver uma investigação que contemplou três patamares de análise relativamente à perspetiva CTSA.

O primeiro, direcionado para os Documentos Oficiais Curriculares vigentes em Portugal e em Espanha, corresponde à primeira fase do estudo. Nesta primeira fase pretende-se analisar se as recomendações curriculares, propostas pelos Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha, são consentâneas com as recomendações expressas em estudos e relatórios internacionais segundo a perspetiva CTSA.

O segundo, direcionado aos manuais escolares portugueses e espanhóis de Ciências (2º ciclo da Educação Básica em Portugal e 3º ciclo da Educação Primária em Espanha), corresponde à segunda fase do estudo. Nesta fase pretende-se analisar e comparar os resultados obtidos entre os manuais escolares portugueses e os espanhóis, relativamente à incorporação da perspetiva CTSA.

O terceiro direcionado para a análise comparativa entre as orientações dos Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências de Portugal e de Espanha, corresponde à terceira fase do estudo.

Deste modo, de acordo com a natureza da investigação, finalidade, objetivos e questões que orientaram o estudo, estabeleceu-se um plano metodológico que permitiu dar seguimento ao trabalho, o qual teve em consideração as diferentes fases de investigação que se descrevem seguidamente:

Na primeira fase, procedeu-se à análise individual dos Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e de Espanha segundo a perspetiva CTSA.

O problema que esteve na génese desta primeira fase de investigação traduz-se na seguinte formulação:

- As recomendações dos Documentos Oficiais Curriculares de Ciências do Ensino Básico de Portugal e de Espanha são consentâneas com o paradigma didático atual da Educação em Ciências no que respeita à perspetiva CTSA?

Este problema foi desdobrado num outro de menor abrangência e maior especificidade:

- As relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente apresentam-se claramente expressas/percetíveis nos Documentos Oficiais Curriculares envolvidos no estudo?

Face a esta situação problemática definiu-se o seguinte objetivo de investigação a alcançar ao longo da primeira fase da investigação, a saber:

- Analisar os Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha no que respeita à Educação em Ciências com orientação CTSA e compará-los.

Este objetivo foi desdobrado num outro mais específico.

- Caracterizar os episódios CTSA dos Documentos Oficiais Curriculares, relativamente às relações de interdependência que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, e compará-los.

Esta fase teve início com uma leitura geral dos Documentos Oficiais Curriculares de ambos os países a partir da qual se estabeleceram as secções de análise. Esta fase integrou a construção do instrumento de análise dos Documentos Oficiais Curriculares segundo a perspetiva CTSA (tabela 7), no qual se definiram dimensões, parâmetros e indicadores de análise (as etapas de construção do instrumento de análise encontram-se descritas na secção 3.2.). O instrumento foi apresentado e debatido publicamente (Fernandes, Pires & Villamañán, 2013) o que permitiu verificar a sua validade, consistência e fiabilidade. De seguida foi feita uma síntese e análise global acerca da perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e de Espanha que permitiu comparar os resultados.

Na segunda fase da investigação, o problema que esteve na génese da investigação traduz-se na seguinte formulação:

- Os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências incorporam a perspetiva CTSA de abordagem da Ciência?

Este problema foi desdobrado em três outros de menor abrangência e maior especificidade:

- Os manuais escolares português/espanhóis de Ciências exploram os conteúdos científicos de forma interligada com a Tecnologia com a qual se relacionam e com o impacto que esta tem na Sociedade e no Ambiente, realçando quer os impactos positivos, quer os impactos negativos?

- Os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências apresentam sugestões de atividades de ensino/aprendizagem para a abordagem dos conteúdos científicos segundo a perspetiva CTSA?

- As relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente apresentam-se claramente expressas/percetíveis nos manuais escolares envolvidos no estudo, quer ao nível do discurso facultado, quer ao nível das atividades propostas?

Face a esta situação problemática definiu-se o seguinte objetivo de investigação a alcançar ao longo da segunda fase da investigação, a saber:

- Averiguar se os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências da Educação Básica exploram a perspetiva CTSA.

Tal como o problema acima apresentado, também o objetivo anterior foi desdobrado em três outros objetivos mais específicos.

- Perceber se o discurso proposto pelos manuais escolares portugueses/espanhóis estabelece a interligação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente necessária à Educação em Ciências de acordo com a perspetiva CTSA, e compará-lo.

- Perceber se as atividades de ensino/aprendizagem propostas pelos manuais escolares portugueses/espanhóis integram a perspetiva CTSA, e compará-las.

- Caracterizar os episódios CTSA dos manuais escolares estudados, relativamente às relações de interdependência que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, quer ao nível do discurso facultado, quer ao nível das atividades propostas, e compará-los.

Começou-se por selecionar os manuais escolares portugueses de Ciências do 5º e 6º ano de escolaridade (2º Ciclo da Educação Básica em Portugal) representantes das mesmas editoras. De seguida, selecionaram-se os manuais escolares espanhóis de 5º e 6º ano (3º Ciclo da Educação Primária em Espanha) representantes das mesmas editoras espanholas. Foi-lhes aplicado o instrumento de análise de manuais escolares segundo a perspetiva CTSA (tabela 8), cujas etapas de construção se encontram descritas na secção 3.3. Finalmente, foi feita uma análise comparativa acerca da perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses e espanhóis que permitiu perceber de que forma uns e outros incorporam esta perspetiva.

Por fim, na terceira fase da investigação procurou-se dar resposta à questão – Que relação, de continuidade/descontinuidade, entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências, no que respeita à perspetiva CTSA? Face a esta questão que se impunha, deu-se cumprimento ao último objetivo deste estudo que foi *relacionar os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Portugal e de Espanha, ao nível da perspetiva CTSA*. Esta análise permitiu perceber a relação de continuidade/descontinuidade entre estes dois recursos pedagógico relativamente à incorporação da perspetiva CTSA, bem como perceber de que forma os

manuais escolares portugueses e espanhóis interpretam as orientações curriculares dos Documentos Oficiais de Portugal e de Espanha, respetivamente.

Nesta terceira fase investigação foi necessário estabelecer uma correspondência entre os dois instrumentos de análise (instrumento de análise da Documentos Oficiais Curriculares e instrumento de análise de manuais escolares), a fim de se estudar a relação que se estabelece entre ambos. Esta correspondência entre os dois instrumentos de análise apresenta-se na secção 6.2.3 do presente capítulo.

3.3 - Técnica e instrumentos utilizados

Para dar resposta às questões definidas nesta investigação, foi necessário fazer opções relativamente à metodologia a utilizar, nomeadamente, no que diz respeito à técnica e aos instrumentos de recolha de dados. Assim, atendendo ao propósito deste estudo e tendo em conta a natureza e as questões que o orientam, considerou-se a análise documental como a técnica de investigação mais adequada e construíram-se instrumentos de análise no âmbito desta técnica.

3.3.1 - Análise documental

A análise documental tem como objetivo recolher informações de documentos que permitam responder a questões de investigação numa determinada pesquisa. Na perspetiva de Ludke e André (1986) a análise documental constitui uma técnica importante na pesquisa qualitativa, seja para compreender aspetos novos de um tema ou problema, seja para complementar informações obtidas por outras técnicas.

Carmo e Ferreira (1998) sobre a análise documental referem que é um processo que envolve seleção, tratamento e interpretação da informação existente nos documentos. Os autores consideram que se trata de estudar o que se tem produzido numa determinada área para poder “introduzir algum valor acrescido à produção científica sem correr o risco de estudar o que já está estudado tomando como original o que já outros descobriram” (p. 59).

Sánchez-Díaz e Veja (2003) acrescentam que a análise documental centra-se na análise do conteúdo de um documento permitindo criar uma informação nova fundamentada no estudo das fontes de informação que são os documentos analisados.

Igual opinião apresentam Peña e Morillo (2007), pois afirmam que durante a recolha de dados, a técnica da análise documental caracteriza-se por ser um processo dinâmico na medida em que permite representar o conteúdo de um documento original de uma forma distinta, produzindo assim um novo documento que permite compreender a complexidade de determinada realidade.

Considerando as perspetivas atrás referidas, a análise documental representa uma técnica de recolha de dados que fornece informações sobre um determinado fenómeno de forma contextualizada, por meio de registos (May, 2004) que se tornam fontes valiosas para a compreensão dos fenómenos e realidades que se pretendem investigar.

Ludke e André (1986) consideram que os documentos que se analisam, como no caso deste estudo, os Documentos Oficiais e os manuais escolares, representam uma fonte natural de informação que “não são apenas uma fonte de informação contextualizada, mas surgem num determinado contexto e fornecem informações sobre esse mesmo contexto” (p.39).

Por sua vez, Borrione e Chaves (2004) referem que um documento escrito é uma representação social de contextos sociopolíticos e históricos, que abrange acordos, tensões e perturbações sociais, podendo, assim, contribuir para a compreensão de questões consideradas importantes em diferentes contextos e épocas.

Ora, sendo os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares documentos escritos que retratam a realidade atual da Educação em Ciências, parece-nos que a análise documental é a técnica de análise indicada quando pretendemos compreender de que forma a perspetiva CTSA, que se tem vindo a afirmar como uma perspetiva de ensino das Ciências potenciadora de literacia científica nos alunos, é incorporada, e de que forma, nos referidos documentos.

No âmbito desta técnica de investigação foram construídos dois instrumentos de análise que permitiram a recolha de dados nas diferentes fases da investigação – Instrumento de Análise de Documentos Oficiais quanto à Perspetiva CTSA e Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências quanto à Perspetiva CTSA.

A tabela 6, que a seguir se apresenta estabelece a relação entre as questões/objetivos de investigação relativas às três fases do estudo, os instrumentos/etapas de recolha e tratamento de dados e o respetivo período da investigação.

Tabela 6: Relação entre as questões/objetivos de investigação e os instrumentos/etapas de recolha e tratamento de dados aplicados nas três fases de investigação.

Fase do estudo	Questões/Objetivos de investigação		Instrumento/Etapas de investigação	Momento da investigação
1ª Fase	Q1	1	Instrumento de Análise de Documentos Oficiais quanto à Perspetiva CTSA.	2012/2013
	Q1.1	1.1		
2ª Fase	Q2	2	Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências quanto à Perspetiva CTSA.	2013/2014
	Q2.1	2.1		
	Q2.2	2.2		
	Q2.3	2.3		
3ª Fase	Q3	3	Estudo da relação entre os de Documentos Oficiais e os Manuais Escolares de Ciências.	2014/2015

Como se verifica na tabela 6 os instrumentos estão associados às respetivas questões de investigação a que se pretende dar resposta e ao momento de investigação. Cada um destes instrumentos é apresentado em pormenor em cada um das subsecções seguintes. No que concerne à 3ª fase de investigação, apresenta-se na secção 6.2.3 a relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências.

3.3.2 - Instrumento de análise de Documentos Oficiais Curriculares quanto à Perspetiva CTSA

Para analisar as orientações curriculares emanadas dos Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha ao nível do Ensino Básico, no que concerne à perspetiva CTSA, foi construído um instrumento sustentado nos pressupostos da Educação em Ciências com Orientação CTSA que nos permitiu aferir se as recomendações destes Documentos Oficiais são consentâneas com este paradigma didático da Educação em Ciências, de cariz CTSA.

A construção do instrumento de análise dividiu-se em quatro fases distintas: i) revisão de literatura acerca do paradigma didático atual da Educação em Ciências com orientação CTSA; ii) apreciação de instrumentos de análise no âmbito da Educação em Ciências, nomeadamente Silva (2007) e Pereira (2012); iii) estudo do questionário *Views on Science-Technology-Society – VOSTS* – (Aikenhead, Ryan & Fleming, 1989; Aikenhead & Ryan, 1989, 1992); iv) análise do *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS* – (Manassero, Vázquez & Acevedo, 2001, 2003).

A revisão de literatura serviu de base principal para a construção do instrumento e teve em consideração as diversas recomendações para a Educação em Ciências de

cariz CTSA que estão expressas em várias organizações internacionais prestigiadas como por exemplo, a Organização dos Estados Iberoamericanos (OEI, 2001), a International Technology Education Association (ITEA, 2000), a National Science Education Standards (NRC, 1996) e a American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993), nas quais vem referida a preocupação acerca da forma como os alunos podem desenvolver literacia científica e quais os conhecimentos e as capacidades que devem aprender e desenvolver.

Após a revisão da literatura, procedeu-se à leitura e apreciação exaustiva dos documentos elaborados por Silva (2007) e Pereira (2012), centrados, respetivamente, nos princípios da Educação CTSA e na perspetiva CTSA de Educação em Ciências promotora de Literacia científica.

No estudo desenvolvido por Silva (2007), a autora elaborou um instrumento de análise aplicado aos Documentos Oficiais do 1º Ciclo do Ensino Básico, composto por quatro *Dimensões* de análise (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), cada uma delas com vários *Parâmetros* que, por sua vez, foram desdobrados em *Indicadores de análise*. O instrumento, que foi validado, apresentado e defendido publicamente (Silva & Martins, 2008) é sustentado nos seguintes princípios: i) a Ciência e a Tecnologia desempenham um papel decisivo no desenvolvimento das Sociedades e seu avanço é um processo social, influenciado por fatores culturais, políticos, económicos, epistemológicos; ii) todos os cidadãos devem ser capazes de compreender os fenómenos que os rodeiam, formar opiniões e tomar decisões conscientes, críticas e fundamentadas; iii) o ensino das Ciências numa abordagem CTSA deve contribuir para a formação dos cidadãos cientificamente literatos, capazes de enfrentarem o mundo cada vez mais exigente e complexo; iv) a abordagem de situações atuais em contextos CTSA favorece o desenvolvimento de competências essenciais, úteis para a aprendizagem ao longo da vida, tais como, espírito crítico, criatividade, questionamento, pensamento lógico, resolução de problemas, tomada de decisões; v) a história e a natureza da Ciência deverão ser apresentadas numa perspetiva mais realista e contextualizada do que tradicionalmente é feito, para que seja mais compreensível e atraente para todos (Silva, 2007; Silva & Martins, 2008).

Relativamente ao estudo desenvolvido por Pereira (2012), a autora construiu um instrumento de análise, apresentado e defendido publicamente (Pereira & Martins, 2009), validado por peritos da Educação em Ciências e aplicado às Orientações Curriculares da Educação Pré-Escolar. A construção do instrumento de Pereira (2012)

baseou-se na perspectiva de Educação em Ciências promotora de literacia científica e teve como principais fundamentos as preocupações centrais da Educação em Ciências - *Educação em Ciência*, *Educação sobre Ciência* e *Educação pela Ciência*. Segundo Hodson (1996, 1998^a, citado por Pereira, 2012), a *Educação em Ciência* promove o conhecimento substantivo sendo importante que o aluno saiba os conceitos e as relações entre eles; a *Educação sobre Ciência* promove a distinção entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento e a compreensão do processo de construção do conhecimento científico-tecnológico; e a *Educação pela Ciência* promove o desenvolvimento de valores sociais-ambientais, culturais, humanistas e cívicos, bem como de competências de aprender e pensar.

Após a leitura e apreciação dos documentos elaborados por Silva (2007) e Pereira (2012), e tendo estes como base, o nosso instrumento de análise foi construído em torno de três *Dimensões* que representam as preocupações centrais da Educação em Ciências: 1) *Finalidades* (da Educação em Ciências relativas à formação pessoal e social dos indivíduos, ou seja, ao desenvolvimento de capacidades e de atitudes e à promoção da educação para a cidadania e sustentabilidade); 2) *Conhecimentos* (de Ciências relativos à pertinência, diversidade e natureza do enfoque dos temas e conteúdos científicos considerados essenciais para os alunos) e 3) *Procedimentos Metodológicos* (usados em Ciências relativos às atividades e estratégias de ensino utilizadas para concretizar as aprendizagens dos alunos).

Os critérios para a seleção das três dimensões – *Finalidades*, *Conhecimentos*, *Procedimentos Metodológicos* – foram anteriormente referidos e traçados na revisão de literatura apresentada nas secções 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 e 1.5 do capítulo 2, quando se pretendia dar resposta às três questões que representam as preocupações centrais da Educação em Ciências com orientação CTSA: Porquê ensinar Ciência? (secção 1.1, 1.2 e 1.3) – dimensão Finalidade; Que Ciência ensinar? (secção 1.4) – dimensão Conhecimentos; Como ensinar Ciência? (secção 1.5) – dimensão Procedimentos Metodológicos; Cada uma destas três *Dimensões* é composta por diferentes *Parâmetros* que, por sua vez, integram um número variável de *Indicadores*. Os *Parâmetros* representam o modo de operacionalização das ideias-chave de cada Dimensão a que pertencem e os *Indicadores*, por sua vez, traduzem a concretização das inter-relações CTSA.

O esquema seguinte (figura 9) representa a estrutura que delineou a construção do instrumento de análise, bem como as relações que se estabelecem entre as várias

dimensões, parâmetros e indicadores. Os indicadores de cada dimensão/parâmetro encontram-se descritos na versão final do instrumento de análise – tabela 7.

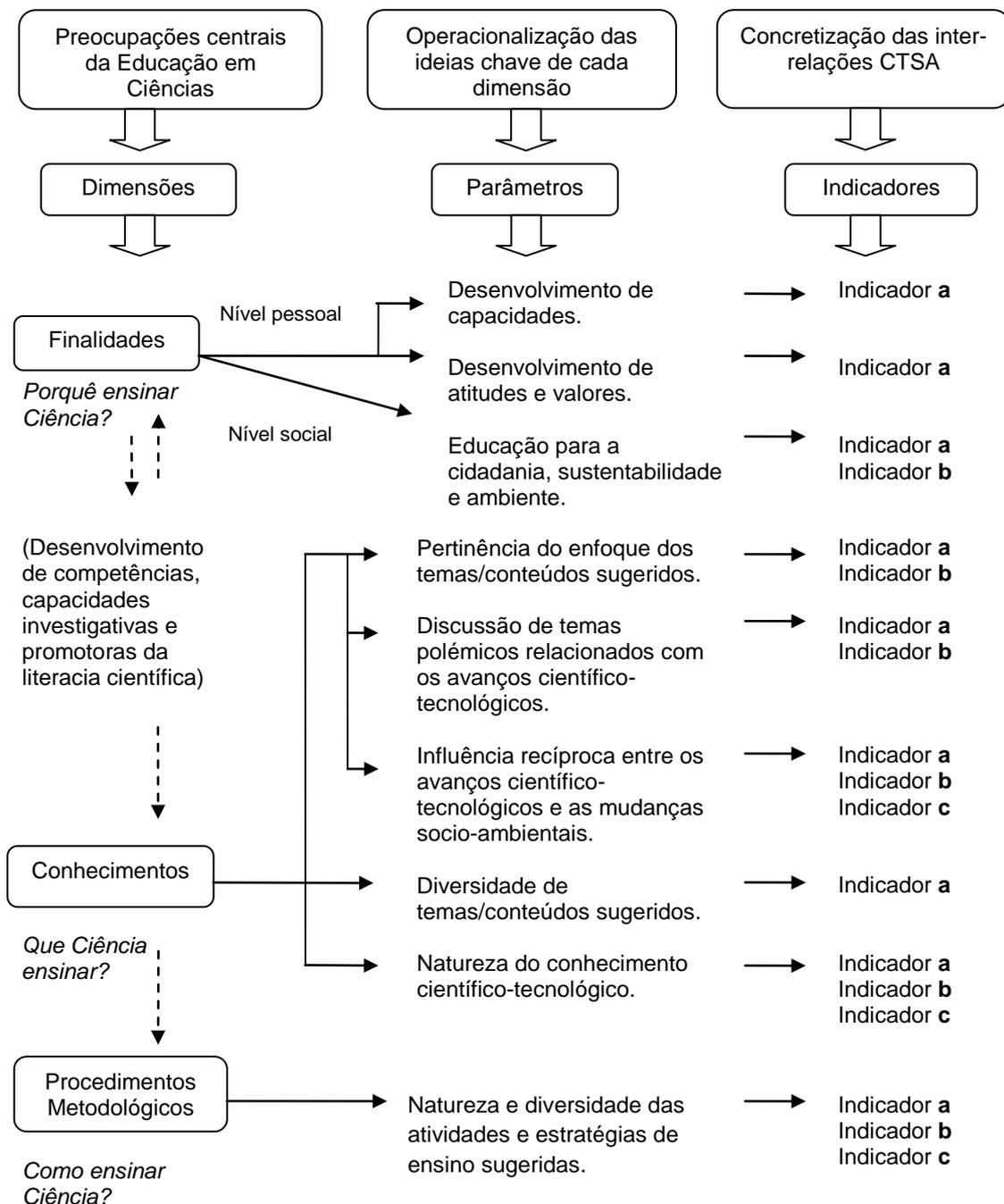


Figura 9: Diagrama representativo das relações que se estabelecem entre as várias dimensões, parâmetros e indicadores do instrumento de análise dos Documentos Oficiais Curriculares.

Na última fase de construção do instrumento foram consideradas algumas adaptações às características do presente estudo e, portanto, foram consultados os questionários *Views on Science-Technology-Society – VOSTS* – (Aikenhead, Ryan & Fleming, 1989; Aikenhead & Ryan, 1989, 1992) e *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS* – (Manassero, Vázquez & Acevedo, 2001, 2003).

Segundo Acevedo, Acevedo-Romero, Manassero e Vázquez (2001), o questionário VOSTS é o instrumento que, possivelmente, melhor caracteriza as concepções sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e as suas inter-relações.

Este questionário de escolha múltipla foi construído e dirigido, inicialmente, a uma população estudantil, embora já tenha sido utilizado em outras populações, nomeadamente de professores, e procura avaliar as concepções de Ciência numa perspetiva de interligação da Ciência à Tecnologia e à Sociedade/Ambiente.

Autores como Vázques, Manassero, Bennassar, Talavera e García-Carmona (2010) e Rodrigues e Vieira (2012) apontam este instrumento como bastante útil e com alguns benefícios, pois consideram que foi desenvolvido de forma empírica, baseado em entrevistas e questionários cujas respostas, dadas por alunos e professores, foram sintetizadas nas frases que constituem as questões.

Deste modo, dadas as enormes potencialidades de avaliação de atitudes, crenças e concepções sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia/relações CTSA, este questionário constitui um instrumento que tem sido várias vezes utilizado em diversas investigações, incluindo casos de estudos portugueses.

A versão original do VOSTS é composta por 114 itens/questões que envolvem conteúdos de CTSA, abrangendo dimensões conceptuais como definições de Ciência e Tecnologia; interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; sociologia externa da Ciência (relações CTSA), sociologia interna da Ciência e da natureza do conhecimento científico.

Em Portugal, a versão original do VOSTS foi adaptada para a realidade portuguesa por Canavarro em 1996, no entanto, estes 114 itens demonstraram ser uma tarefa demasiado fatigante e exigente e, portanto, foi feita uma versão mais abreviada do VOSTS (Canavarro, 2000) que possui 19 itens e permite avaliar os tópicos que estabelecem as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (Anexo A)

Em Espanha, construiu-se o *Cuestionário de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad* – COCTS - (Manassero, Vázquez & Acevedo, 2001, 2003) que é constituído por 100 itens/questões (Anexo B). Este questionário de escolha múltipla contém um total de 637 frases nas quais estão refletidas distintas crenças e atitudes sobre a natureza da Ciência segundo uma perspetiva CTS. Cada frase identifica-se por um código composto por um número de cinco dígitos que representa as diferentes dimensões, temas e subtemas CTSA.

Trata-se de uma adaptação ao contexto espanhol do questionário VOSTS e do questionário *Teacher's Belief about Science-Technology-Society* [TBA-STs] (Rubba & Harkness, 1993; Rubba, Schoneweg-Bradford & Harkness, 1996) que é também um questionário de escolha múltipla desenvolvido para investigar as crenças dos professores sobre os temas CTSA (Acevedo, Vázquez, Acevedo-Romero & Manassero, 2005; Vázquez, Acevedo, Manassero & Acevedo-Romero, 2006; Acevedo et al., 2007; Filho, Maciel, Sepini, & Vázquez, 2013).

O questionário COCTS permite aos participantes expressarem os seus pontos de vista e opiniões sobre um amplo conjunto de aspetos de cada tema que possivelmente numa resposta aberta não fariam e, por isso, estas respostas são consideradas abrangentes, ricas e completas.

Após a consulta e leitura detalhada do questionário VOSTS, quer na sua versão original, quer na versão portuguesa extraída de Canavarro (2000), e do questionário COCTS foi possível (re)formular um instrumento de análise que reúne todos os tópicos sugeridos pelo VOSTS e pelo COCTS.

Para assegurar a coerência entre o instrumento e o fim a que se destina (análise de documentos oficiais curriculares no âmbito da perspetiva CTSA), garantindo a sua validade e fidelidade, recorremos a um painel de juízes especialistas na área da Didática das Ciências (ver secção 3.4).

Finalmente, este instrumento foi apresentado e debatido publicamente (Fernandes, Pires & Villamañán, 2013) com o objetivo de recolher contributos de ampliação e estar sujeito às recomendações e reformulações de outros investigadores da área da Didática das Ciências. Apresentamos na tabela 7 a sua versão final.

Tabela 7: Instrumento de análise de Documentos Oficiais quanto à Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Dimensão	Parâmetros	Indicadores
Finalidades (F)	F.P1 – Desenvolvimento de capacidades	a. Propõe o desenvolvimento de processos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar, argumentar...), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico.
	F.P2 – Desenvolvimento de atitudes e valores	a. Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivas.
	F.P3 – Educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente	a. Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente. b. Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.
Conhecimentos (C)	C.P1 - Pertinência do enfoque dos temas/conteúdos sugeridos	a. Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia. b. Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.
	C.P2 - Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos	a. Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (questões éticas, desigualdades socioculturais...). b. Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente.
	C.P3 – Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais	a. Evidencia as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia. b. Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.) relacionadas com os avanços científico-tecnológicos ao longo dos tempos. c. Enfatiza os impactos da sociedade e do ambiente nos avanços científico-tecnológicos.
	C.P4 - Diversidade de temas/conteúdos sugeridos	a. Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA.
	C.P5 – Natureza do conhecimento científico-tecnológico	a. Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos. b. Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática; c. Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer.
Procedimentos Metodológicos (PM)	PM.P1 – Natureza e diversidade das atividades e estratégias de ensino sugeridas	a. Propõe a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula. b. Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA c. Propõe o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.

Para facilitar a recolha e tratamento de dados definiram-se códigos de carácter acumulativo e sequencial, que permitiram uma identificação imediata de cada

ocorrência. Assim, o primeiro código diz respeito à *Dimensão*, sendo cada uma representada pela respetiva letra inicial (ex.: *F* corresponde à Dimensão *Finalidades*). O segundo código representa o *Parâmetro* dentro de cada Dimensão (ex.: *F.PI* corresponde ao primeiro Parâmetro - *Desenvolvimento de Capacidades*, integrado na Dimensão *Finalidades*). Por fim, o terceiro código refere-se ao *Indicador* de um dado Parâmetro (ex.: *F.PI.a.* corresponde ao Indicador **a** - *Propõe o desenvolvimento de processos científicos, observar, inferir, classificar, explicar, relacionar, argumentar..., a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico*, do primeiro Parâmetro *Desenvolvimento de Capacidades*, da Dimensão *Finalidade*).

No instrumento de análise dos Documentos Oficiais Curriculares, o *indicador a* do primeiro Parâmetro de cada uma das *Dimensões*, não se relaciona diretamente com a perspetiva CTSA, mas refere-se a aspetos que consideramos serem necessários para se perceberem as relações e interações CTSA, daí a sua inclusão no instrumento de análise. Ou seja, ainda que o *indicador* apresente um carácter genérico, o objetivo é perceber se o documento em análise assume a preocupação de desenvolver as competências que são necessárias e que estão na base da compreensão das inter-relações CTSA. Explicitamos o nosso raciocínio referindo, por exemplo, o desenvolvimento de processos científicos, entendidos como formas de pensamento e procedimentos práticos que os alunos/cidadãos põem em ação quando tentam interpretar/dar sentido ao mundo que os rodeia e compreendê-lo (como por exemplo, formular hipóteses, observar, fazer inferências, fazer previsões, classificar, relacionar, explicar, argumentar etc.), estão na base da capacidade de estabelecer relações de causa/efeito e de resolver problemas que, por sua vez, melhorarão do pensamento crítico dos alunos para a compreensão da utilidade da Ciência e da Tecnologia e das relações entre elas e com a Sociedade e o Ambiente.

3.3.3 - Instrumento de análise de manuais escolares de Ciências quanto à Perspetiva CTSA

O instrumento de análise de manuais escolares foi construído no contexto de uma anterior investigação (Fernandes, 2011). Tal como o instrumento de análise de Documentos Oficiais, também o instrumento de análise de manuais escolares se sustenta no marco teórico da Educação em Ciências com Orientação CTSA.

A sua construção desenvolveu-se por quatro fases distintas: i) revisão de literatura acerca do paradigma didático da Educação em Ciências com orientação CTSA; ii) apreciação do instrumento de análise de manuais escolares de Alves (2005); iii) estudo e análise do questionário *Views on Science-Technology-Society – VOSTS –* (Aikenhead, Ryan & Fleming, 1989; Aikenhead & Ryan, 1989, 1992); iv) revisão do *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS –* (Manassero, Vázquez & Acevedo, 2001, 2003).

Assim, no contexto da investigação anterior (Fernandes, 2011), procedeu-se à revisão da literatura acerca das potencialidades da Educação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. Em seguida, fez-se o estudo do instrumento concebido por Alves (2005) para a análise de manuais escolares de Estudo do Meio - 4ºano. Este serviu de base para a construção do nosso instrumento de análise que, posteriormente, foi adaptado aos objetivos e questões da investigação, a partir da consulta detalhada do questionário VOSTS - *Views on Science-Technology-Society*, quer na sua versão original, quer na versão portuguesa, extraída de Canavarro (2000), que nos permitiu constatar que reunia todos os tópicos de avaliação sugeridos pelo VOSTS. Depois de adaptado às características do estudo a desenvolver, o instrumento foi pilotado aplicando-se a dois manuais escolares de Ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade. Os resultados dessa análise mostraram a necessidade de reformulá-lo para melhor perceber de que forma eram explorados e relacionados os conteúdos científicos com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Finalmente, antes de ser implementado na presente investigação, o instrumento foi revisto tendo em conta o questionário COCTS (*Cuestionário de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*) e validado por um painel de juízes especialistas na área da Didática das Ciências (ver secção 3.4). Estes procedimentos possibilitaram a indubitável implementação do instrumento e, portanto, consideramos que é uma ferramenta eficaz para analisar os manuais escolares de ciências segundo a perspetiva CTSA.

Na sua versão final (tabela 8), o instrumento apresenta-se construído em torno de duas *Dimensões* que representam os elementos de concretização do processo de ensino/aprendizagem e treze *Indicadores*, que traduzem a operacionalização das relações CTSA. Relativamente às dimensões, a Dimensão A, *Discurso/informação facultada*, considera o texto incluído nos manuais tendo em conta o discurso e a informação que transmitem, e a Dimensão B, *Atividades de ensino/aprendizagem*

propostas, considera as atividades que o manual propõe para serem realizadas pelos alunos. Cada uma destas dimensões foi, por sua vez, subdividida em indicadores sendo a Dimensão A composta pôr nove indicadores e a Dimensão B pôr quatro indicadores.

Tabela 8: Instrumento de análise de manuais escolares de Ciências quanto à Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Dimensão	Indicadores
A - Discurso/Informação facultada	A1- Explora os tópicos de ciências em função da utilidade social (Ex: utilização da água na higiene diária e na produção de água gaseificada; nas barragens hidroeléctricas...).
	A2- Mostra que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas. (Ex: aparecimento de novos medicamentos; novos alimentos; novas formas de comunicação, novos computadores...).
	A3- No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias, autónoma e voluntariamente. (ii) mudar as suas opiniões. (iii) fazer analogias. (iv) dar explicações.
	A4- Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais. (Ex: A dependência excessiva do petróleo leva o Homem a recorrer ao uso de energias alternativas).
	A5- Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia. (Ex: novas técnicas agrícolas que permitem a produção de produtos biológicos e produções elevadas).
	A6 - Informa o aluno sobre vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente (Ex: manipulação genética que permite descobrir a cura para algumas doenças; agricultura biológica que permite a produção de alimentos mais saudáveis).
	A7 - Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais. (Ex: a descoberta e aperfeiçoamento do microscópio; geradores que permitem o funcionamento de outras máquinas).
	A8 - Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade. (Ex: armazenamento de células estaminais para tratamento de doenças; fertilização in vitro para casos de infertilidade...).
	A9 - Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico. (Ex: relação entre as novas técnicas de impermeabilização e a biodegradação de detritos que não põem em risco a saúde pública).
B – Atividades de Ensino/Aprendizagem propostas	B1- Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifeste a interação CTSA. (Ex. a implementação de um aterro sanitário perto de um curso de água).
	B2- Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no “lugar do outro”, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico. (Ex: a escassez de água; a diminuição da camada de ozono...).
	B3- Propõe a realização de atividades (práticas, experimentais, laboratoriais, ...), para explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro (Ex: a poluição do ar e dos rios).
	B4- Apresenta, no final das atividades propostas, situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos, onde estejam presentes as interações CTSA, (Ex: emprego de sal nas estradas em dias frios de Inverno).

3.3.4 - Validação e fiabilidade do estudo e dos instrumentos de análise

A investigação, tal como já foi referido, seguiu uma metodologia que integrou aspetos de natureza qualitativa e quantitativa, em que os primeiros adquiriram maior expressão. Deste modo, é no âmbito do paradigma de investigação qualitativa que se refere como se assegurou a validade e fiabilidade do estudo.

Como refere Coutinho (2011) a qualidade de determinada investigação científica relaciona-se com a sua validade interna e externa, e com a sua fiabilidade. Ainda de acordo com o mesmo autor, a validade interna, numa investigação de natureza qualitativa, está relacionada com a credibilidade das inferências/conclusões do estudo desenvolvido. Dito por outras palavras, depende da capacidade de responder às questões propostas inicialmente, com resultados obtidos precisos e claros.

Por sua vez, para Pardal e Lopes (2011), a validade externa está diretamente ligada à transferibilidade dos resultados, ou seja, os resultados obtidos num dado contexto são válidos noutros semelhantes, sendo reconhecidos por outros investigadores. Porém, numa investigação de natureza qualitativa, não se pretende uma generalização dos resultados, mas que estes possam contribuir para a compreensão e interpretação dos contextos estudados.

No que concerne à fidelidade, recorremos de novo a Coutinho (2011) para fazer o seu entendimento. Segundo o autor, está relacionada com a consistência e a precisão dos procedimentos usados e dos resultados obtidos, isto é, tem a ver com a capacidade de determinadas técnicas e instrumentos de medida fornecerem resultados semelhantes, quando utilizados por diferentes investigadores.

Tal como referimos anteriormente, a qualidade de uma investigação científica relaciona-se com a sua validade e fidelidade. Porém, também se relaciona com os instrumentos de análise utilizados na recolha de dados. Deste modo, a validade e fidelidade são duas características que os instrumentos de análise utilizados numa investigação científica devem assumir para garantir a qualidade dos dados recolhidos. Assim, para assegurar a coerência entre os instrumentos construídos e o fim a que se destinam (análise de Documentos Oficiais Curriculares e de manuais escolares no âmbito da perspetiva CTSA), garantindo a sua validade e fidelidade, recorremos a um painel de juízes especialistas na área da Didática das Ciências. Foi-lhes solicitado que se pronunciassem sobre: (1) a consistência entre os instrumentos de análise e o quadro teórico que orientou a investigação; (2) a adequação dos Instrumentos de Análise aos

objetivos definidos no estudo; (3) a articulação e correspondência entre as várias dimensões, parâmetros e indicadores de análise e (4) a clareza da formulação das várias dimensões, parâmetros e indicadores.

Em resposta à solicitação de validação dos instrumentos, cada perito propôs as devidas alterações que foram discutidas com a autora. Relativamente à consistência entre o quadro teórico e os instrumentos; à adequação dos objetivos do estudo; e à articulação e correspondência entre as dimensões, parâmetros e indicadores de análise, não foram propostas quaisquer alterações. No que se refere à clareza de formulação das dimensões, parâmetros e indicadores definidos nos instrumentos de análise, foram assinaladas algumas reformulações de indicadores.

Na sequência desta apreciação, foram consideradas as sugestões e propostas de melhoria para garantir a validade do instrumento. Além disso, para garantir também a sua fiabilidade, os instrumentos foram aplicados num estudo piloto e os resultados foram confrontados com o quadro teórico.

3.4 - Documentos Oficiais Curriculares (1ª fase do estudo) – Breve descrição e seleção de secções de análise

3.4.1 - Documentos Oficiais Portugueses

Após a última revisão da estrutura curricular, da qual resultou a revogação do documento “*Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*” (Despacho nº17169/2011, de 23 de Dezembro), os Documentos Oficiais Curriculares de referência, que se encontram em vigor e que orientam a ação educativa no âmbito do Ensino Básico são:

- Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico – 2º Ciclo, Vol. I e Vol. II (*Organização Curricular e Programas*, Volume I - ME – DGEBS, 1991; *Programa de Ciências da Natureza – Plano de organização do Ensino-Aprendizagem*, Volume II - ME – DGEBS, 1991).
- *Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico* (ME – DGIDC, 2013).

Foram estes os documentos analisados relativamente à perspetiva CTSA.

O programa da disciplina de Ciências Naturais do 2ºCiclo (anteriormente denominada Ciências da Natureza do 2ºCiclo) está publicado no volume I - *Organização Curricular e Programas* – e encontra-se estruturado segundo as seguintes

secções: Introdução; Finalidades; Objetivos Gerais; Conteúdos; Orientação Metodológica (linha metodológica geral) e Critérios de Avaliação. O volume II - *Programa de Ciências da Natureza – Plano de organização do Ensino-Aprendizagem* – é constituído pelo plano de organização do ensino-aprendizagem e por um conjunto de sugestões bibliográficas. Assim, o volume II vem completar o volume I com um conjunto de propostas de trabalho (sugestões metodológicas) que, embora sem função normativa, esclarecem o professor sobre a articulação das várias componentes curriculares.

O documento *Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico*, descreve o conjunto das metas curriculares da disciplina de *Ciências Naturais* que os alunos devem atingir durante o Ensino Básico. Neste documento foram privilegiados os temas organizadores e os conteúdos essenciais que constam dos documentos *Organização Curricular e Programas – Ciências da Natureza* (ME – DGEBS, 1991) e *Programa de Ciências da Natureza – Plano de organização do Ensino-Aprendizagem* (ME – DGEBS, 1991). Assim, as *Metas Curriculares* encontram-se organizadas por ano de escolaridade e segundo a seguinte estrutura: *Domínio*, que é uma área aglutinadora de conteúdos, a que corresponde uma unidade temática. Cada domínio divide-se em agrupamentos de menor inclusão, designados *Subdomínios* que, por sua vez, contemplam *objetivos gerais* que correspondem às aprendizagens que se pretende que os alunos alcancem. Estes, ainda se desdobram em objetivos com menor grau de generalidade, mas com intencionalidade mais específica, designados *descritores*. Os descritores indicam desempenhos observáveis que os alunos deverão revelar. Segundo os autores deste documento, Bonito, J. et al. (2013), os diferentes descritores estão redigidos de forma objetiva e rigorosa, devendo o professor seleccionar as estratégias de ensino que lhe pareçam mais adequadas à sua concretização, pelo que estas não são explicitadas no documento *Metas Curriculares*.

Inicialmente, dada a transversalidade do ensino das Ciências, foram consideradas todas as secções dos referidos documentos, sendo feita uma leitura geral dos mesmos. De seguida dado que o volume II completa o volume I (com secções repetidas) e que as Metas privilegiam temas organizadores e conteúdos essenciais que constam do Programa disciplina, considerou-se que era importante seleccionar, nos três documentos, as secções de análise pertinentes mas sem repetições desnecessárias.

Assim, no volume I foram seleccionadas para secções de análise: a Introdução; as Finalidades, os Objetivos gerais e a Orientação Metodológica; no volume II foram

selecionadas as Sugestões Metodológicas para o professor; e no documento das Metas Curriculares foram selecionados os Domínios e subdomínios (conteúdos) e os Objetivos Gerais e respetivos descritores. Como pode constatar-se nas secções previstas do volume I apenas não foram considerados para análise os Critérios de Avaliação por não se relacionarem com o estudo.

3.4.2 - Documentos Oficiais Espanhóis

Em Espanha, em termos de currículo, o Governo estabelece as aprendizagens mínimas da Educação Primária, que são depois alargadas por cada uma das Comunidades Autónomas. Assim, depois de estabelecidas, pelo Governo, as aprendizagens mínimas (mediante o *Real Decreto 1513/2006*), compete a cada Comunidade Autónoma, em conformidade com as competências do seu estatuto de autonomia, estabelecer o seu próprio currículo que será aplicado nos centros educativos que pertencem ao seu âmbito de gestão.

Deste modo, como a investigação se desenvolveu em Valladolid – Capital de Província da Comunidade Autónoma de Castilla e León - foram considerados para análise os Documentos Oficiais Curriculares estatais estabelecidos pelo Governo espanhol, bem como os documentos relativos à comunidade Autónoma de Castilla e León, que se encontram em vigor³. Os referidos documentos são:

³ A última reforma curricular ocorrida em Espanha data de 2013 e corresponde à *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)* e ao respetivo *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (Na Comunidade de Castilla y León publicou-se a ORDEN EDU/519/2014, de 17 de junio, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria (BOCYL nº 117)*. A LOMCE veio modificar a *Ley Orgánica 2/2006 (LOE)* e o *Real Decreto 126/2014* substituiu o *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, introduzindo algumas modificações no currículo da Educação Primária em Espanha. Porém, esta primeira fase de análise de Documentos Oficiais Curriculares decorreu no período de 2012/2013 e, portanto, foram selecionados os Documentos Oficiais Curriculares que estavam em vigor neste momento da análise. Estes documentos são: O *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria* (MEC, R.D. 1513/2006); A *Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria* (MEC O. ECI/2211/2007); e O *Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León*. Realça-se para o facto que as principais modificações introduzidas pela nova reforma curricular referem-se: i) à designação da disciplina de ciências, anteriormente designada por «Conocimiento del medio natural, social y cultural», e que se dividiu em duas disciplinas, «*Ciencias de la naturaleza*» e «*Ciencias Sociales*», as quais abordam, respetivamente, conteúdos de ciências naturais e conteúdos de ciências sociais; e i) à designação das competências básicas da Educação Primária, que se mantêm praticamente as mesmas. Por esta razão, consideramos que esta nova reforma curricular não interfere com os resultados obtidos com os documentos selecionados para análise.

- *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria* (MEC, R.D. 1513/2006, BOE núm. 293, de 8 de diciembre).
- *Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria* (MEC O. ECI/2211/2007, BOE núm. 173, de 20 de julio).
- *Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León* (BOCYL, Núm. 89, de 9 de mayo).

Os dois primeiros documentos constituem o *Currículo Estatal Espanhol de Ciências de Primaria* (MEC, R.D. 1513/2006 e MEC O. ECI/2211/2007). Segundo o *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre* (MEC, R.D. 1513/2006, BOE núm. 293, de 8 de diciembre) entende-se o currículo da Educação Primária como o conjunto de objetivos, competências básicas, conteúdos, métodos pedagógicos e critérios de avaliação de esta etapa educativa (artigo 5 das disposições gerais). Uma vez que ambos os documentos estão estruturados segundo as mesmas secções e dado que é ao segundo (*Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio*) que cabe o objetivo de estabelecer o Currículo da Educação Primária, de acordo com o disposto nos artigos 6.4 da *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*, e 5.3 do *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, considerou-se que bastava analisar o segundo documento, uma vez que vem completar o primeiro.

Tal como se procedeu para os Documentos Oficiais portugueses e pela mesma razão, a transversalidade do ensino das Ciências, inicialmente foi feita uma leitura geral de todas as secções do documento *Orden ECI/2211/2007*.

Depois da leitura do documento, e atendendo ao artigo 5 das disposições gerais do *Real Decreto 1513/2006* e aos objetivos do estudo, foram consideradas para análise as secções: 1) Finalidades da Educação Primária; 2) Objetivos da Educação Primária; 3) Competências Básicas; 4) Objetivos, Conteúdos e Critérios de avaliação; 5) Princípios metodológicos; e 6) Áreas de conhecimento.

A leitura atenta do documento permitiu perceber que as secções «Competências Básicas» e «Áreas de conhecimento» se desdobram em subsecções. Relativamente às «Competências Básicas», dividem-se em: i) *Competência em comunicação linguística*; ii) *Competência matemática*; iii) *Competência no conhecimento e na interação com o*

mundo físico; iv) Tratamento da informação e competência digital; v) Competência social e cidadania; vi) Competência cultural e artística; vii) Competência para aprender a aprender; e viii) Autonomia e iniciativa pessoal. Tratando-se de uma análise da perspectiva CTSA que assume necessariamente um carácter transversal, considerou-se importante trabalhar todas as «Competências Básicas», uma vez que, todas se relacionam mais ou menos diretamente com a Educação em Ciências, como podemos comprovar pela informação expressa no texto que as identifica/define.

Em relação às «Áreas de conhecimento», dividem-se em: *i) Conhecimento do meio natural, social e cultural; ii) Educação artística; iii) Educação física; iv) Língua castelhana e literatura; v) Língua estrangeira; e vi) Matemáticas.* Tratando-se de todas as áreas da Educação Primária em Espanha, foi selecionada apenas a área do *Conhecimento do meio natural, social e cultural*, que corresponde à área de Ciências em Portugal.

Em função do que foi dito, do documento Orden ECI/221/2007 foram selecionadas para análise as seguintes secções: Finalidades e Objetivos da Educação Primária; Competências Básicas; Área do Conhecimento do meio natural, social e cultural; Objetivos, Conteúdos, Critérios de avaliação e Orientações metodológicas da área do Conhecimento do meio natural, social e cultural.

Relativamente ao terceiro documento referido anteriormente, *Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León*, estabelece para a Comunidade de Castilla e León, os objetivos, os conteúdos e os critérios de avaliação correspondentes a cada uma das áreas que compõem a Educação Primária. Uma vez que o documento é elaborado segundo o *Real Decreto 1513/2006*, as secções que o compõem são as mesmas, embora ampliadas, pois são incluídos aspetos relacionados com a Comunidade de Castilla e León, o que possibilita aos alunos conhecerem as características próprias do património natural, histórico, artístico e cultural da sua região. Assim, deste documento analisaram-se todas as secções correspondentes à área do *Conhecimento do meio natural, social e cultural*, bem como a própria *Introdução* do Decreto, mas sem repetições desnecessárias.

3.5 – Manuais escolares envolvidos no estudo (2ª fase do estudo)

Em termos de análise de manuais escolares, a investigação foi pensada para incidir apenas nos manuais escolares de Ciências portuguesas e espanholas, respetivamente, do 5ºano/curso de escolaridade do 2ºCiclo do Ensino Básico e do 5ºano/curso de escolaridade do 3ºCiclo da Educação Primária, cujos resultados seriam comparados.

Contudo, em Espanha não existe um conjunto de conteúdos definidos por curso (ano), mas sim definidos por Ciclo. O *Real Decreto 1513/2006*, pelo qual se estabelecem as matérias mínimas de ensino da Educação Primária (MEC, R.D. 1513/2006), propõe um conjunto de conteúdos científicos que devem ser tratados por Ciclo, sem que seja feita distinção entre cursos (anos). Por esta razão, não existe um programa específico definido para o 5ºcurso (ano), ou para o 6ºcurso (ano) e, portanto, os diferentes conteúdos/temas de Ciências correspondentes ao 5ºano de escolaridade português estão distribuídos pelos manuais dos 5º e 6º cursos do 3ºCiclo da Educação Primária.

Face ao que foi dito anteriormente e sendo um estudo comparativo entre Portugal e Espanha, foi necessário alargar a análise dos manuais escolares portugueses de Ciências ao 6ºano de escolaridade.

A população dos manuais escolares portugueses ficou constituída por todos os manuais escolares de Ciências do 2ºCiclo da Educação Básica presentes no atual mercado português. Para determinar a amostra foi aplicado um critério de seleção que foi considerar para a análise os manuais escolares mais recentes e representantes das editoras mais conhecidas e com maior venda no mercado português atual.

Sendo assim, foram considerados os seguintes procedimentos para a seleção de manuais escolares:

Manuais escolares portuguesas de Ciências do 5º e 6ºano:

Foram selecionados sete manuais escolares portuguesas do 5ºano de escolaridade e sete manuais de 6ºano representativos das diferentes editoras com mais venda no mercado português (tabelas 9 e 10).

Tabela 9: Manuais escolares portugueses de Ciências, do 5ºano de escolaridade, selecionados para o estudo.

Editora	Ano de Edição	Ano de escolaridade	Identificação do manual
SANTILLANA	2010	5º	M1
PORTO EDITORA	2010	5º	M2
AREAL EDITORES	2010	5º	M3
TEXTOS EDITORES	2010	5º	M4
EDIÇÕES ASA	2010	5º	M5
LISBOA EDITORA	2010	5º	M6
SEBENTA	2010	5º	M7

Tabela 10: Manuais escolares portugueses de Ciências, do 6ºano de escolaridade, selecionados para o estudo.

Editora	Ano de Edição	Ano de escolaridade	Identificação do manual
SANTILLANA	2010	6º	M1
PORTO EDITORA	2010	6º	M2
AREAL EDITORES	2010	6º	M3
TEXTOS EDITORES	2010	6º	M4
EDIÇÕES ASA	2010	6º	M5
LISBOA EDITORA	2010	6º	M6
SEBENTA	2010	6º	M7

Tratando-se de um estudo comparativo, para haver distinção entre os manuais de Ciências portuguesas e espanholas, os manuais portugueses do 5º ano foram identificados como 5ºMP1, 5ºMP2, 5ºMP3, 5ºMP4, 5ºMP5, 5ºMP6 e 5ºMP7, e os do 6ºano como 6ºMP1, 6ºMP2, 6ºMP3, 6ºMP4, 6ºMP5, 6ºMP6 e 6ºMP7 (tabela 11).

Tabela 11: Manuais escolares portugueses de Ciências, do 5º e 6ºanos (2ºCiclo), selecionados para o estudo e respetiva identificação.

Editora	Ano de Edição	Ano de escolaridade	Identificação do manual	Ano	Identificação do manual
SANTILLANA	2010	5º	5º MP1	6º	6º MP1
PORTO EDITORA	2010	5º	5º MP2	6º	6º MP2
AREAL EDITORES	2010	5º	5º MP3	6º	6º MP3
TEXTOS EDITORES	2010	5º	5º MP4	6º	6º MP4
EDIÇÕES ASA	2010	5º	5º MP5	6º	6º MP5
LISBOA EDITORA	2010	5º	5º MP6	6º	6º MP6
SEBENTA	2010	5º	5º MP7	6º	6º MP7

Posteriormente, como a amostra dos manuais escolares espanhóis a analisar era de seis exemplares por curso, aplicado o critério de seleção, optou-se por reduzir o número de exemplares portugueses, ficando seis por ano, para ter igual número. O manual retirado foi o M2 da Porto Editora, que numa análise anterior (Fernandes, 2011) tinha revelado ser aquele em que a perspetiva CTSA estava menos contemplada, uma vez que apresentava menos episódios e menor diversidade de indicadores contemplados no instrumento de análise. A amostra de manuais escolares portugueses de Ciências cujos resultados foram agrupados e comparados com os manuais espanhóis ficou constituída por doze manuais escolares portugueses de Ciências, seis do 5º ano (previamente analisados) e seis do 6º ano, pertencentes às mesmas editoras (tabela 12).

Tabela 12: Manuais escolares portugueses de Ciências, do 5º e 6ºanos (2ºCiclo), seleccionados para o estudo.

Editora	Ano de Edição	Ano de escolaridade	Identificação do manual	Ano de escolaridade	Identificação do manual
SANTILLANA	2010	5º	5º MP1	6º	6º MP1
AREAL EDITORES	2010	5º	5º MP2	6º	6º MP2
TEXTOS EDITORES	2010	5º	5º MP3	6º	6º MP3
EDIÇÕES ASA	2010	5º	5º MP4	6º	6º MP4
LISBOA EDITORA	2010	5º	5º MP5	6º	6º MP5
SEBENTA	2010	5º	5º MP6	6º	6º MP6

Manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º e 6º cursos:

No caso dos manuais escolares espanhóis, segundo o *Real Decreto 1513/2006*, os conteúdos científicos do 3º Ciclo da Educação Primária estão agrupados em 7 blocos: «**Bloque 1** – Geografía: El entorno y su conservación; **Bloque 2** – Ciencias: La diversidad de los seres vivos; **Bloque 3** – Ciencias: La salud y el desarrollo personal; **Bloque 4** - Personas, culturas y organización social; **Bloque 5** – Historia: El cambio en el tiempo; **Bloque 6** - Materia y energía; e **Bloque 7** - Objetos, máquinas y nuevas tecnologías» (Anexo C - Organização dos conteúdos científicos por blocos, omitem-se os blocos 4 e 5 que são conteúdos de ciências sociais).

Como os blocos 4 e 6 dizem respeito a conteúdos de Ciências Sociais, que não estão presentes nos Programas de Ciências do 2º ciclo do Ensino Básico em Portugal, não foram selecionados para o estudo. Analisaram-se, apenas, os temas/conteúdos relacionados com as Ciências Naturais. Dado que estes conteúdos se encontram

distribuídos pelos manuais do 5º e 6º curso, optou-se por fazer o estudo em simultâneo dos manuais dos dois cursos (5º e 6º) da mesma editora. Para além disso, uma vez que este estudo foi desenvolvido na Universidade de Valladolid, a população do estudo ficou constituída por todos os manuais escolares de Ciências do 3ºCiclo da Educação Primária, presentes no mercado espanhol da Comunidade Autónoma de Castilla e León. Para determinar a amostra foi aplicado o critério de seleção usado para os manuais portugueses, considerar os manuais escolares mais recentes e representativos das editoras mais conhecidas e com maior venda no mercado espanhol atual.

Foram seis os manuais escolares de Ciências do 5ºano e seis os manuais de Ciências do 6ºcurso considerados (tabela 13). Tal como os portugueses, os manuais espanhóis de Ciências do 5ºcurso foram identificados como 5ºME1, 5ºME2, 5ºME3, 5ºME4, 5ºME5 e 5ºME6, e os do 6ºcurso como 6ºME1, 6ºME2, 6ºME3, 6ºME4, 6ºME5 e 6ºME6.

Tabela 13: Manuais escolares espanhóis de Ciências do 5º e 6º ano (3º Ciclo) envolvidos na comparação de resultados.

Editora	Ano de Edição	Curso/Ano de escolaridade	Identificação do manual	Curso/Ano de escolaridade	Identificação do manual
SANTILLANA	2010	5º	5º ME1	6º	6º ME1
SM	2010	5º	5º ME2	6º	6º ME2
VICENS VIVES	2010	5º	5º ME3	6º	6º ME3
TEIDE	2010	5º	5º ME4	6º	6º ME4
ANAYA	2010	5º	5º ME5	6º	6º ME5
EDELVIVES	2010	5º	5º ME6	6º	6º ME6

3.6 - Tratamento de dados

3.6.1 - Análise de conteúdo

O processo de tratamento dos dados recolhidos exige que os mesmos se organizem e sintetizem para que se possam interpretar à luz do quadro teórico estabelecido e dar resposta às questões de investigação pré-definidas.

Assim, dada a natureza essencialmente qualitativa desta investigação, de natureza descritiva, interpretativa e reflexiva dos dados, para organizar e interpretar o material recolhido optou-se pela análise de conteúdo como técnica de tratamento de dados.

Vários são os autores que tecem considerações sobre a análise de conteúdo, referindo em que consiste, para que serve e como se processa. Por exemplo, autores como Bogdan e Biklen (1994) referem que “a finalidade da análise de conteúdo será pois efetuar inferências, com base numa lógica explicitada, sobre mensagens cujas características foram inventariadas e sistematizadas” (p. 104).

Carmo e Ferreira (1998) apontam a análise de conteúdo como uma forma de articulação entre o texto descrito e analisado e os fatores que estiveram na sua origem.

Igual opinião apresenta Vieira (2003), quando considera que a análise de conteúdo é entendida como a articulação entre o conteúdo descrito e as inferências que dele se fazem.

Para Graça (2006), a técnica de análise de conteúdo permite que o investigador consiga tratar uma grande quantidade de texto resumindo o seu conteúdo, de forma a ser possível compreender os fenómenos a investigar.

Por sua vez, Bardin (2009), Coutinho (2011) e Serrano (2004) consideram que a análise de conteúdo permite fazer inferências, através da identificação sistemática e objetiva das características específicas da mensagem, de modo a quantificar/caracterizar a ocorrência de palavras ou frases (unidades de análise/episódios), que possibilitem uma posterior comparação. O investigador procura regularidades e faz inferências a partir dessas regularidades. Durante este processo identificam-se características específicas das mensagens/discursos analisados, efetuam-se deduções lógicas e justificadas (inferências) a respeito dessas mensagens e faz-se a sua interpretação.

A análise de conteúdo implica uma fase de *pré-análise* (Bardin, 2009), mediante a qual é organizada toda a informação disponível e recolhida dos documentos em análise.

Esta fase, de pré-análise, corresponde à leitura geral de toda a informação através da qual se procura identificar tendências e padrões relevantes, que Bardin (2009) designa por *leitura flutuante*. Esta leitura permite definir uma imagem geral e representativa dos dados recolhidos, definir unidades de análise e delinear as etapas procedentes da investigação, tendo em conta os objetivos/finalidade do estudo e o quadro teórico de referência.

3.6.2 - Procedimentos adotados no tratamento de dados

Na análise de conteúdo efetuada, começou-se por fazer uma leitura geral, dos documentos que se pretendiam analisar (Documentos Oficiais Curriculares e manuais escolares), a partir da qual se procurou estabelecer uma visão geral dos dados disponíveis.

Procurou-se, tal como referem Vieira (2003) e Bardin (2009), recolher e organizar os dados/informação, a fim de se evidenciarem relações, tendências e padrões importantes que resultaram nas interpretações obtidas. Os dados foram analisados e organizados minuciosa e criteriosamente de forma a permitirem interpretações acerca da perspetiva CTSA incorporada, quer nos Documentos Oficiais Curriculares, quer nos manuais escolares, bem como interpretações acerca da natureza das inter-relações estabelecidas entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente nos referidos documentos.

De seguida, foram identificadas e definidas as unidades de análise/episódios, que como defendem Bogdan e Biklen (1994) e Bardin (2009) podem corresponder a segmentos de conteúdo, transcrições ou evidências de determinado indicador, podendo constituir-se como frases, parágrafo ou sequência de parágrafos. As unidades de análise/episódios identificados foram interpretadas com a ajuda dos indicadores contemplados nos instrumentos de análise. Foram feitas transcrições dos Documentos Oficiais e dos manuais escolares que correspondem às unidades de análise/episódios identificados e interpretados e que traduzem as evidências dos indicadores de análise que constam nos instrumentos de recolha de dados.

Deste modo, na última etapa do percurso de análise de conteúdo procedeu-se à interpretação dos resultados obtidos, que foi feita à luz da Educação CTSA e da literacia científica que constituem o suporte teórico desta investigação. Ou seja, as relações encontradas e as inferências produzidas foram feitas em confronto permanente com o quadro teórico da investigação. Por outras palavras, os dados recolhidos, quer dos Documentos Oficiais, quer dos manuais escolares, foram comparados entre si, triangulados e articulados com o quadro teórico de referência, o que permitiu a sua fiabilidade e aumentar a validade e fidelidade das interpretações e conclusões.

Assim, encarou-se a análise de conteúdo como uma dialética contínua entre o quadro teórico e os dados recolhidos, o que permitiu ampliar a investigação através de uma constante revisão bibliográfica e acrescentar alguns aspetos omissos e/ou

negligenciados. Deste modo, as inferências produzidas durante a análise de conteúdo constituem a articulação que se fez desde a análise descritiva dos dados recolhidos até à sua explicação e interpretação.

Nas secções que se seguem descrevem-se de forma mais detalhada os procedimentos adotados em cada fase do estudo.

3.6.2.1 – Análise dos Documentos Oficiais portugueses e dos Documentos Oficiais espanhóis – Procedimentos adotados (1ª fase do estudo)

Numa primeira fase do estudo foram analisados os Documentos Oficiais portugueses e espanhóis. Estes documentos foram previamente identificados como Documentos Oficiais Portugueses – DOP e Documentos Oficiais Espanhóis – DOE.

A leitura geral dos documentos permitiu estabelecer uma visão genérica e representativa dos dados disponíveis nas secções de análise previamente seleccionadas, bem como, definir e identificar unidades de análise, ou seja, episódios que evidenciem os indicadores do instrumento de análise.

Uma vez definidos, os episódios foram analisados e estudados criteriosamente de modo a verificar a sua coerência com os indicadores propostos em cada uma das dimensões do instrumento de análise.

Em relação ao primeiro indicador do instrumento de análise dos Documentos Oficiais Curriculares, *F.P1.a. - Propõe o desenvolvimento de processos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar, argumentar...), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico*, que se considerou por referir-se a competências que estão na base da compreensão das interações CTSA e, portanto, da compreensão do mundo atual, ainda que se parta do pressuposto que os processos científicos ou processos da Ciência correspondem, como já anteriormente se referiu, a formas de raciocínio, destrezas intelectuais e procedimentos práticos que os indivíduos devem utilizar/ «pôr em ação» quando tentam interpretar/dar sentido ao mundo que os rodeia, o que pressupõe a compreensão das relações CTSA, optou-se por não considerar como unidade de análise/episódio deste indicador a informação que, embora relacionada com processos científicos, apenas envolve conhecimento substantivo, ou seja, a Ciência como «conhecimento puro» e desconectada de outros campos do saber, onde não estão presentes inter-relações CTSA. Ou seja, quando, simplesmente, se apela para a distinção de conceitos, como no exemplo que a seguir se mostra.

“Distinguir diferentes tipos de células, relativamente à morfologia e ao tamanho, com base na observação microscópica de material biológico” (ME – DGIDC, 2013, p.7).

À medida que se desenvolvia a análise dos Documentos Oficiais, deparamo-nos com uma dificuldade adicional, a informação de alguns episódios permitia uma interpretação alargada, havendo, por isso, necessidade de os considerar como evidências de mais do que um indicador pertencentes, por vezes, a Parâmetros ou Dimensões diferentes. Veja-se um exemplo de um episódio que constitui evidência de dois Indicadores (F.P2.a. - *Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos, e F.P3.b - Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente*) pertencentes a Parâmetros diferentes (F.P2 - *Desenvolvimento de atitudes e valores e F.P3 - Educação cidadania, sustentabilidade e ambiente*), ainda que integrados na mesma dimensão, *Finalidades* (F).

Num mundo onde a Ciência e a Tecnologia penetram cada vez mais profundamente na vida quotidiana do indivíduo e da sociedade, a Escola tem um importante papel a desempenhar, não somente na aquisição de conhecimentos científicos e técnicos, mas também no desenvolvimento de atitudes susceptíveis de assegurar, aos cidadãos do futuro, a aplicação e avaliação desses conhecimentos (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.175).

Uma vez estabelecidos os critérios de análise, selecionaram-se as unidades de análise/episódios considerados relevantes e que permitiam perceber se as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente estavam contempladas nos Documentos Oficiais. Iniciou-se com a dimensão *Finalidades* (F), depois a dimensão *Conhecimentos* (C) e, finalmente, a dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM). A análise foi feita primeiro para os Documentos Oficiais Portugueses (DOP) e depois para os Documentos Oficiais Espanhóis (DOE).

Nesta primeira análise rapidamente percebemos que, quer os Documentos Oficiais Portugueses, quer os Espanhóis, contemplam a perspetiva CTSA, mesmo não clarificando no texto o conceito de CTSA.

Também nos apercebemos que a abordagem CTSA nem sempre era feita com o mesmo grau de explicitação e que as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente nem sempre eram claramente expressas e evidenciadas, sendo que o

entendimento dessas relações que estão implícitas no texto, dependerá muito da formação que os professores possuam acerca da perspectiva CTSA.

Assim, tratando-se de Documentos Curriculares que são reguladores da atuação dos professores ao nível de sala de aula, pareceu-nos essencial clarificar o grau de explicitação das unidades de análise/episódios; se explícitos ou implícitos.

Assumindo que os indicadores do instrumento de análise traduzem a concretização das inter-relações CTSA, considerou-se que a abordagem CTSA está contemplada de forma explícita quando a ideia do indicador é expressa de forma clara, precisa e facilmente identificada nas unidades de análise/episódios. Por outro lado, considerou-se que a abordagem CTSA está contemplada de forma implícita quando a ideia do indicador é expressa de forma pouco clara, pouco precisa e com relações CTSA pouco evidentes nas unidades de análise/episódios, mas que pudesse de alguma forma levar à interpretação do indicador, tendo em conta alguma palavra ou frase, e serem subentendidas pelos professores.

Vejam-se alguns exemplos de episódios onde a abordagem CTSA está expressa de forma explícita e de episódios onde a abordagem CTSA está expressa de forma implícita, quer nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP), quer nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE):

Exemplo 1 – Episódio explícito do indicador F.P2.a (*Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos*) identificado nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP):

“Contribuir para uma tomada de consciência da responsabilidade individual a nível da saúde, como bem comum” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.177).

Exemplo 2 – Episódio explícito do indicador F.P3.a. (*Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no Ambiente*) identificado nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE):

“Analizar algunas manifestaciones de la intervención humana en el medio, valorándola críticamente y adoptando un comportamiento en la vida cotidiana de defensa y recuperación del equilibrio ecológico y de conservación del patrimonio cultural” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499).

Exemplo 3 - Episódio implícito do indicador PM.P1.b. (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA*) identificado nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP):

“Observação da água de um charco «a olho nu» e ao microscópio” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.16).

Exemplo 4 - Episódio implícito do indicador C.P3.b. (*Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas - hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc. - relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos*) identificado nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE):

“Reconocer en el medio natural, social y cultural, cambios y transformaciones relacionados con el paso del tiempo...” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499).

Na análise efetuada, pretendeu-se, ainda, verificar qual a frequência de episódios explícitos ou implícitos por dimensão (*Finalidades, Conhecimentos e Procedimentos Metodológicos*), quer nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP), quer nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE), avaliando a sua representatividade.

No sentido de obter uma visão geral e comparativa dos resultados obtidos com a análise dos Documentos Oficiais Portugueses e Espanhóis (primeira fase do estudo), elaborou-se uma tabela global, tabela 22 (secção 1.3 do capítulo 4), onde se registou o número de todos os episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro/dimensão.

3.6.2.2 – Análise dos manuais escolares portugueses e espanhóis de Ciências – Procedimentos adotados (2ª fase do estudo)

Os procedimentos adotados na análise dos manuais escolares seguiram um plano metodológico semelhante ao da análise dos documentos oficiais Curriculares, salvo uma pequena exceção que a seguir se apresenta, para o caso dos manuais escolares espanhóis.

Vejamos, primeiro, como foi feita a análise dos manuais escolares portugueses para depois se perceber melhor quais os procedimentos adotados para a análise dos manuais escolares espanhóis de 3ºCiclo (5º/6º ano).

- Análise dos manuais escolares portugueses de Ciências do 2º Ciclo (5º/6ºano):

A análise dos manuais escolares teve início com uma leitura, ainda que ligeira, de todos os manuais selecionados para perceber se contemplavam as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

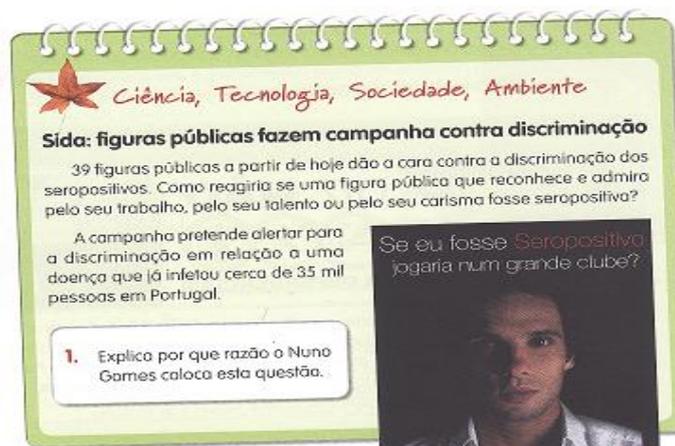
Para este propósito, foram identificadas e analisadas unidades de análise/episódios de modo a verificar-se a sua coerência com os indicadores contemplados no instrumento de análise de manuais escolares.

De seguida, depois de perceber que todos os manuais contemplavam a abordagem CTSA, analisaram-se de forma mais detalhada para determinar se esta abordagem era incluída ao longo das unidades, integrada na abordagem dos conteúdos e nas sugestões de exploração das atividades (exemplo1), ou se aparecia, essencialmente em secções próprias, estanques, denominadas CTSA ou com outras denominações (exemplo 2), transmitindo a mensagem de ser algo «à parte», complementar da exploração anteriormente feita e não integrante da mesma.

Exemplo 1:

É preciso evitar poluir a água e tratá-la, para que possa voltar a ser usada. O Homem tem cada vez mais conhecimentos científicos e meios tecnológicos para aplicar na proteção das reservas de água. Mas não basta saber como evitar a poluição. É preciso agir. Para isso, é necessário: controlar o uso de adubos e pesticidas na agricultura...fazer o tratamento de resíduos industriais... (Manual 5ºMP1, p. 163).

Exemplo 2:



(Manual 6ºMP1, p.200)

É de realçar que, nos manuais que contemplavam situações em que se verificou que a perspetiva CTSA era incluída de forma integrada nos conteúdos didáticos e nas propostas de atividades das diferentes unidades temáticas, também foram identificadas

secções CTSA ou mesmo secções com outras designações, mas onde se estabeleciam evidências das interações CTSA. Porém, nestes manuais, estas secções encontravam-se de forma integrada ao longo das unidades didáticas e relacionadas com os conteúdos científicos. Nas situações em que se verificou que a perspetiva CTSA se encontrava incluída, essencialmente, em secções próprias, chama-se a atenção para o facto destas secções se encontrarem geralmente no início ou fim de capítulo/unidade e, por vezes, não integradas nos conteúdos científicos.

De seguida, quer no caso da abordagem CTSA estar integrada nos conteúdos/atividades dos manuais, quer esteja incluída, essencialmente, em secções próprias denominadas CTSA ou com outras designações, analisaram-se/estudaram-se os episódios que evidenciavam os indicadores referidos no instrumento de análise, quer para a dimensão A - *Discurso/informação facultada*, quer para a dimensão B - *Atividades de ensino/aprendizagem*.

Tal como aconteceu aquando da análise dos Documentos Oficiais, verificámos que a abordagem CTSA nos manuais escolares, quer acontecesse ao longo das unidades temáticas, quer em secções próprias, nem sempre era feita com o mesmo grau de explicitação. Sendo assim, foi necessário avaliar o modo como os indicadores que estavam presentes nos manuais eram contemplados, se de forma explícita ou implícita. Contudo, a noção de episódio explícito e de episódio implícito assumiu um conceito ligeiramente diferente do adotado para a análise dos Documentos Oficiais. Tratando-se de manuais escolares que são utilizados essencialmente pelos alunos, o conceito de explícito tem de ser mais evidente. Deste modo, os episódios que evidenciam e traduzem as ideias dos indicadores de forma clara e precisa consideraram-se explícitos. Os episódios cujas ideias podem, de alguma forma, levar à interpretação do indicador, tendo em conta alguma palavra, frase ou imagem, e serem entendidas pelos professores e alunos, quer no âmbito do discurso, quer no âmbito das tarefas promotoras das ideias dos indicadores, consideraram-se implícitos. Foi importante considerar os episódios implícitos pois, embora não façam muito sentido com os alunos, um professor esclarecido acerca das relações CTSA pode usá-los e dar-lhes sentido. Vejam-se os seguintes exemplos, respetivamente, de um episódio explícito e de um episódio implícito, identificados nos manuais escolares portugueses:

Exemplo de um episódio explícito do indicador A1 - *Explora os tópicos de ciências em função da utilidade social*:

A deladeira é uma planta com flor comum no nosso país. Apesar de ser considerada uma planta venenosa, a substância que possui, a digitalina, é utilizada no tratamento de doenças cardíacas (Manual 5ºMP3, p. 72).

Exemplo de um episódio implícito do indicador A8 – *Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade:*

Réaumur foi um cientista francês que tentou demonstrar a importância do estômago na digestão. Foi o primeiro a realizar digestão in vitro, para tal, utilizou sucos estomacais de aves. Mas, quando tentou digerir os alimentos em tubos de ensaio à temperatura ambiente, não conseguiu degradar os alimentos na totalidade...Duas décadas mais tarde, Spallanzani deu continuidade aos estudos de Réaumur...teve a preocupação de manter os tubos de ensaio a uma temperatura semelhante à corporal...O investigador verificou que, os alimentos sólidos eram totalmente liquefeitos... (6ºMP2, p. 41, V1).

Com esta análise, pretendeu-se, tal como com a análise de Documentos Oficiais (1ª fase do estudo), verificar a frequência de episódios explícitos ou implícitos presentes nos manuais escolares, avaliando a sua representatividade, para perceber se o discurso utilizado nos manuais e as atividades propostas para explorar os conteúdos são promotores de uma Educação CTSA. Procurou-se ainda perceber quais os indicadores de cada dimensão mais presentes nos manuais escolares.

- Análise dos manuais escolares espanhóis de Ciências do 3ºCiclo (5º/6ºcurso):

Tratando-se de uma análise comparativa pretendia-se que as unidades temáticas/conteúdos analisados nos manuais escolares portugueses e espanhóis fossem as mesmas. No entanto, determinados conteúdos espanhóis de Ciências do 3º Ciclo não são abordados no programa de Ciências Naturais do 2ºCiclo do Ensino Básico em Portugal, mas sim noutros anos. Mesmo não havendo correspondência absoluta entre todos os conteúdos científicos portugueses e espanhóis, respetivamente do 2º Ciclo e do 3º Ciclo, considerou-se pertinente selecionar todos os que estão relacionados com a Ciência, pois considera-se que, de certa forma, estão relacionados direta ou indiretamente (em Anexo D apresentam-se todos os conteúdos científicos identificados e analisados nos manuais portugueses e espanhóis em estudo). Neste sentido, por exemplo, relativamente ao bloco 1, apesar de fazer referência a conteúdos de Geografia,

que não são contemplados diretamente no programa de Ciências português do 2º Ciclo da Educação Básica, mas dado que dizem respeito ao meio ambiente e à sua conservação, e que se relacionam direta ou indiretamente com conteúdos portugueses do 2ºCiclo, foram analisados. O mesmo acontece com os blocos 6 e 7. Com o propósito de obter este entendimento, foi feita uma leitura geral de todos os manuais escolares espanhóis selecionados para a amostra e identificados todos os conteúdos espanhóis de Ciências a analisar.

Como já foi referido, em Espanha os conteúdos científicos não estão identificados por curso/ano mas por Ciclo, encontrando-se distribuídos pelos manuais escolares de 5º e 6º ano, razão pela qual, se optou por fazer o estudo em simultâneo dos manuais de 5º e 6º ano representantes da mesma editora. Todos os manuais estudados incluem as várias unidades temáticas/conteúdos previstos nos diferentes blocos do 3º Ciclo de Educação Primária, embora, por vezes, sejam designadas de forma diferente.

Tal como se procedeu com os manuais escolares portugueses, fez-se uma primeira leitura de todos os manuais espanhóis selecionados para perceber se contemplavam as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Verificou-se que a abordagem CTSA também estava presente nos manuais escolares espanhóis e, portanto, procurou-se também fazer uma análise mais pormenorizada para perceber se a abordagem era incluída ao longo das diferentes unidades, integrada nos conteúdos e nas atividades propostas, ou em secções próprias, estanque, denominadas CTSA, ou com outras denominações.

No decorrer desta análise deparámo-nos com uma situação nova. No manuais escolares espanhóis, a perspetiva CTSA está presente, muitas vezes, de forma integrada, quer no discurso, quer nas atividades, mas apenas em determinadas unidades temáticas, geralmente relacionadas com conteúdos como a conservação do ambiente - bloco 1, a energia - bloco 6, ou a aplicação da tecnologia e os avanços científicos e tecnológicos - bloco 7 (exemplo 1).

Exemplo1:

Los avances técnicos y científicos han cambiado la sociedad...Hace poco más de un siglo no existían las radiografías, la anestesia o las vacunas...los avances en la sanidad han hecho posible que vivamos más años y en mejores condiciones de salud...(Manual 5ºME1, Bloco 7, p. 110).

También constatamos que nos manuais escolares espanhóis não existem secções com a denominação CTSA, mas aparecen secções onde se podem perceber interações CTSA, com outras denominações como por exemplo «*El mundo que queremos*», «*Para saber más*», «*Mas competente*», «*Ventanas al mundo*», «*Amplia*», «*Planeta amigo*» (exemplo 2).

Exemplo 2:



(Manual 6ºME2, p. 67).

À semelhança dos manuais escolares portugueses, também nos manuais escolares espanhóis, o grau de explicitação da abordagem CTSA é variável. Vejam-se os seguintes exemplos, respetivamente, do que consideramos um episódio explícito e um episódio implícito.

Exemplo de um episódio explícito do indicador A3 - *No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a:* (i) *levantar ideias, autónoma e voluntariamente.* (ii) *mudar as suas opiniões.* (iii) *Fazer analogias.* (iv) *Dar explicações:*

Los caballeros Jedi, aunque son capaces de conocer los misterios de la «Fuerza», no saben demasiada física. Para empezar, si la hoja de la espada es un rayo láser, éste debería tener una longitud ilimitada; además, no podría chocar con la hoja de ninguna otra espada, ya que la luz no tiene masa (la luz está formada por ondas electromagnéticas). Lo máximo que conseguiríamos sería provocar una interferencia de luces en el punto donde coincidirían o «chocarían» las espadas (Manual 6ºME4, p. 187).

Exemplo de um episódio implícito do indicador A4- *Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais.* (Ex: *A dependência excessiva do petróleo leva o Homem a recorrer ao uso de energias alternativas*):

...En el mundo existen millones de especies de seres vivos diferentes. Toda esta diversidad de seres vivos constituye la biodiversidad. Cuando se extingue cualquier especie de ser vivo, desaparece para siempre y disminuye la biodiversidad. Para defender la biodiversidad, lo primero es conocerla. Por eso, muchas personas se dedican a estudiar los seres vivos, incluso los más pequeños (Manual 5ºME1, p. 13).

Com esta análise, pretendeu-se também evidenciar o número de episódios explícitos e implícitos por indicador, que nos permitiu aferir a sua frequência e avaliar a sua representatividade. Pretendemos ainda, à semelhança dos manuais escolares portugueses, registar quais os indicadores de cada dimensão mais presentes nos manuais escolares.

Depois de analisados os manuais escolares dos dois países, elaborou-se uma outra tabela (tabela 35, secção 2.4, capítulo 4) onde se resumiram e assinalaram as principais semelhanças e diferenças identificadas entre eles relativamente às duas dimensões e que permitiu sintetizar e comparar os resultados obtidos.

3.6.2.3 – Relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares – Procedimentos adotados (3ª fase do estudo)

Na terceira fase do estudo tentou-se perceber a relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares, de Portugal e de Espanha no âmbito da perspetiva CTSA.

Dado que cada dimensão de análise dos Documentos Oficiais Curriculares (*Finalidades, Conhecimentos e Procedimentos Metodológicos*) é decomposta em parâmetros que, por sua vez, integram indicadores e, no caso dos manuais escolares Ciências, as dimensões de análise (*Discurso/informação facultada e Atividades de ensino/aprendizagem propostas*) também integram um número variável de indicadores, para perceber a relação atrás referida foi necessário estabelecer uma correspondência entre os dois instrumentos de análise, dos Documentos Oficiais Curriculares (IA/DOC) e dos manuais escolares (IA/ME).

O esquema seguinte (figura 10) representa a estrutura que delineou a correspondência que se estabelece entre as dimensões, parâmetros e indicadores dos dois instrumentos de análise e que permitiu caracterizar e interpretar a recontextualização da mensagem dos DOC nos ME, no âmbito da perspectiva CTSA.

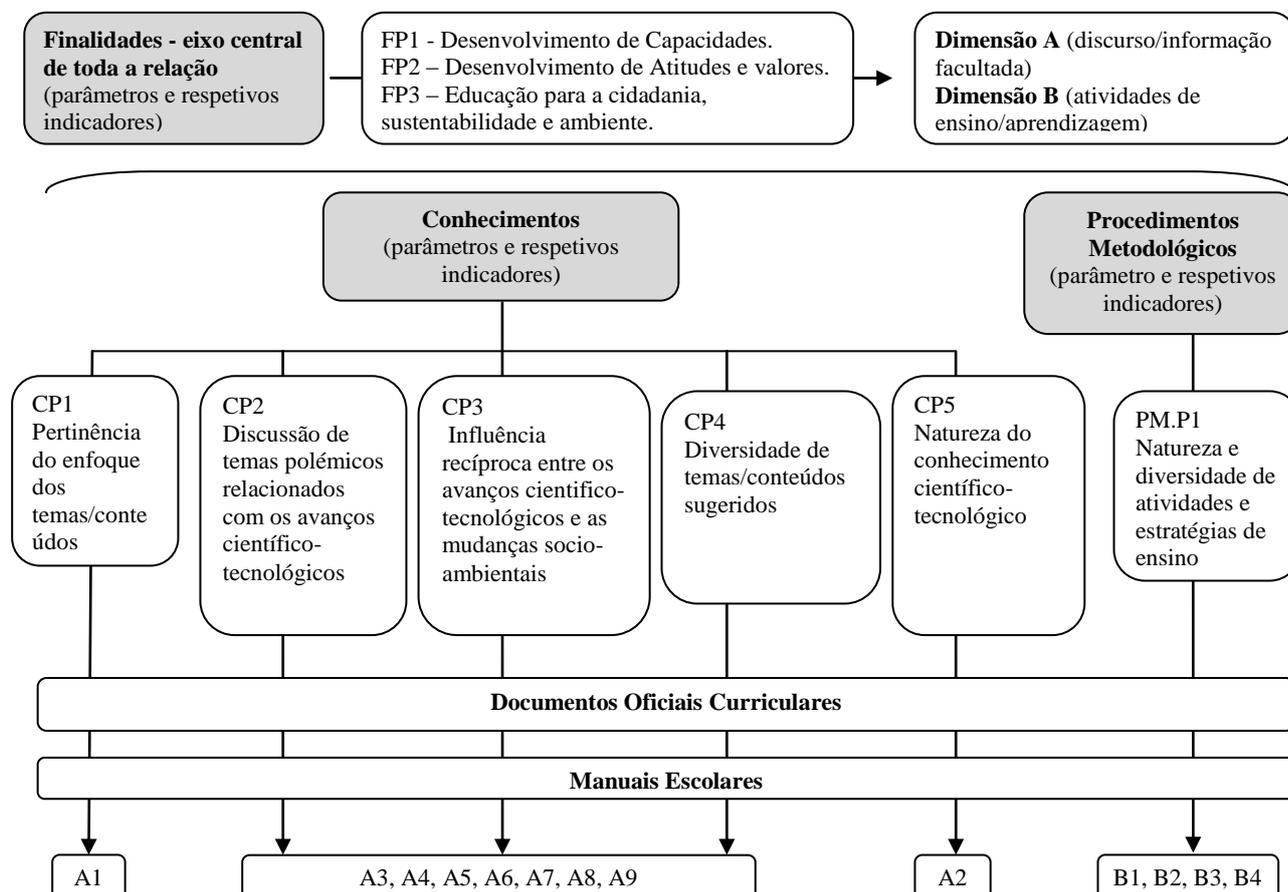


Figura 10: Diagrama representativo das relações entre as dimensões, parâmetros e indicadores dos dois instrumentos de análise, dos DOC e dos ME.

De acordo com o diagrama da figura 10 apresentam-se, mas de forma mais detalhada, para uma melhor percepção, as correspondências estabelecidas.

A figura 11 estabelece a relação de correspondência entre a dimensão *Finalidades* do IA/DOC e as duas dimensões A e B contempladas no IA/ME.

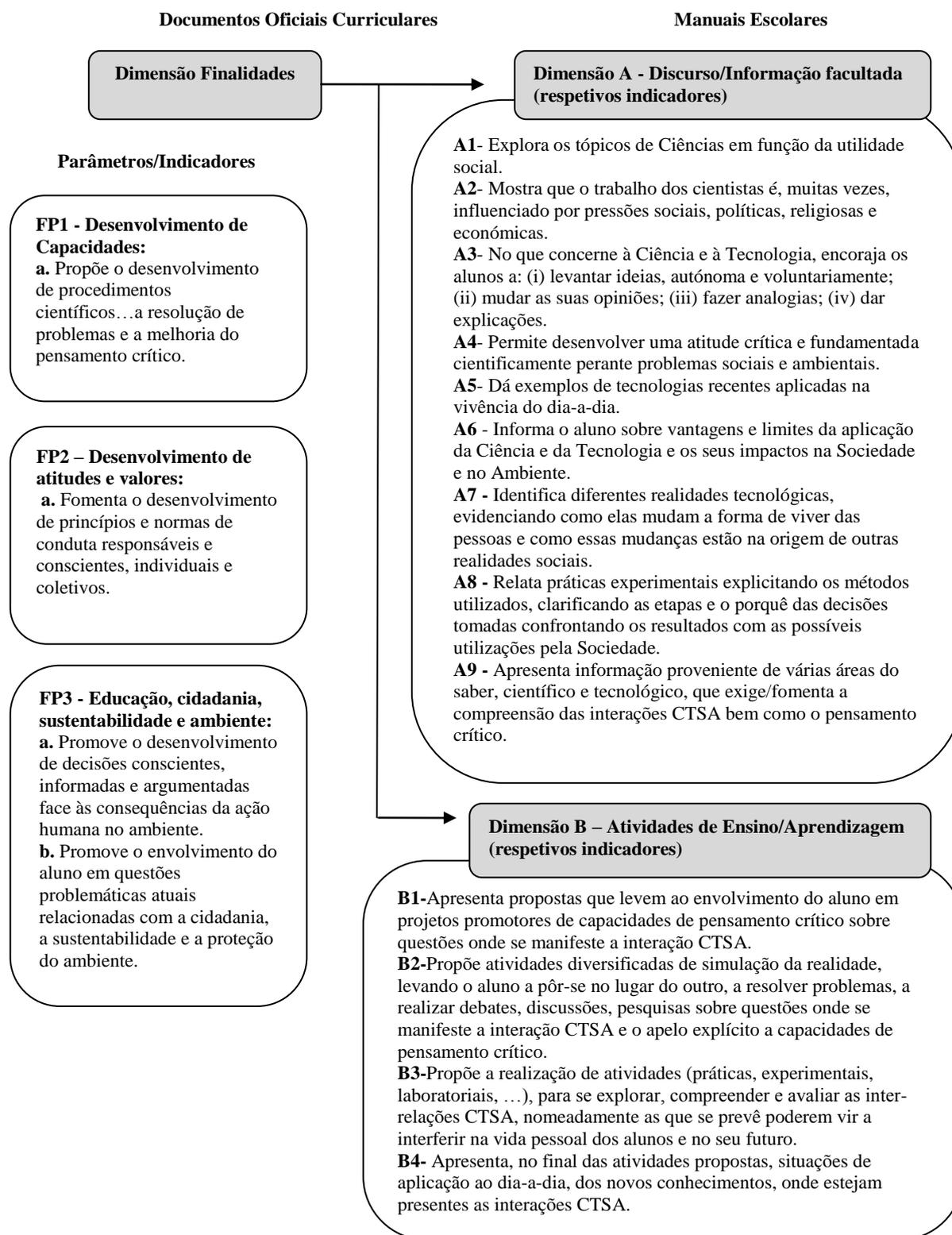


Figura 11: Correspondência entre a dimensão Finalidades do IA/DOC e a dimensão A (discurso/informação facultada) e dimensão B (atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME.

Relacionada com os objetivos e propósitos educativos da Educação em Ciências, a dimensão *Finalidades* do instrumento de análise dos Documentos Oficiais Curriculares (IA/DOC) que visa o desenvolvimento pessoal (desenvolvimento de capacidades, atitudes e valores) e social (educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente) dos alunos, relaciona-se quer com a dimensão A (*Discurso/informação facultada*), quer com a dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem propostas*), incluídas no instrumento de análise dos manuais escolares (IA/ME). Por esta razão, considerou-se pertinente que a dimensão *Finalidades* do IA/DOC representasse o eixo central de toda a relação entre os DOC e os ME de Ciências.

A dimensão *Conhecimentos* do IA/DOC refere-se aos conhecimentos de Ciências considerados essenciais aos alunos, nos quais é fundamental, por exemplo, a presença de temas onde se abordem as interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (sociologia externa da Ciência) e de temas polémicos e controversos acerca da Ciência e da Tecnologia; da sociologia interna da Ciência (características dos cientistas e do seu trabalho) e da construção e natureza do conhecimento científico. Deste modo, considerou-se que a dimensão *Conhecimentos do IA/DOC* relaciona-se com a dimensão A - *Discurso/informação facultada* do IA/ME.

Os **parâmetros CP2** (*Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos*), **CP3** (*Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais*) e **CP4** (*Diversidade de temas/conteúdos científicos*) do IA/DOC, dizem respeito à sociologia externa da Ciência e, portanto, às relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Os indicadores destes parâmetros relacionam-se entre si e manifestam correspondência com vários indicadores do IA/ME, como é o caso dos indicadores do **parâmetro CP2**, que se relacionam com os indicadores A6, A7 e A8 do IA/ME, e os do **parâmetro CP3** que se relacionam com os indicadores A3, A4, A5 e A7 do IA/ME. O **parâmetro CP1** (*Pertinência do enfoque de temas sugeridos*) também se refere à sociologia externa da Ciência, porém relaciona-se apenas com o **indicador A1** (*Explora os tópicos de Ciências em função da utilidade social*) do IA/ME. Por sua vez, o **parâmetro CP5** (*Natureza do conhecimento científico-tecnológico*) e respetivos indicadores, relacionam-se com o **indicador A2** do IA/ME (*Mostra que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas*).

A figura 12 estabelece a relação de correspondência entre a dimensão *Conhecimentos* do IA/DOC e a dimensão A (*Discurso/informação facultada*) do IA/ME.

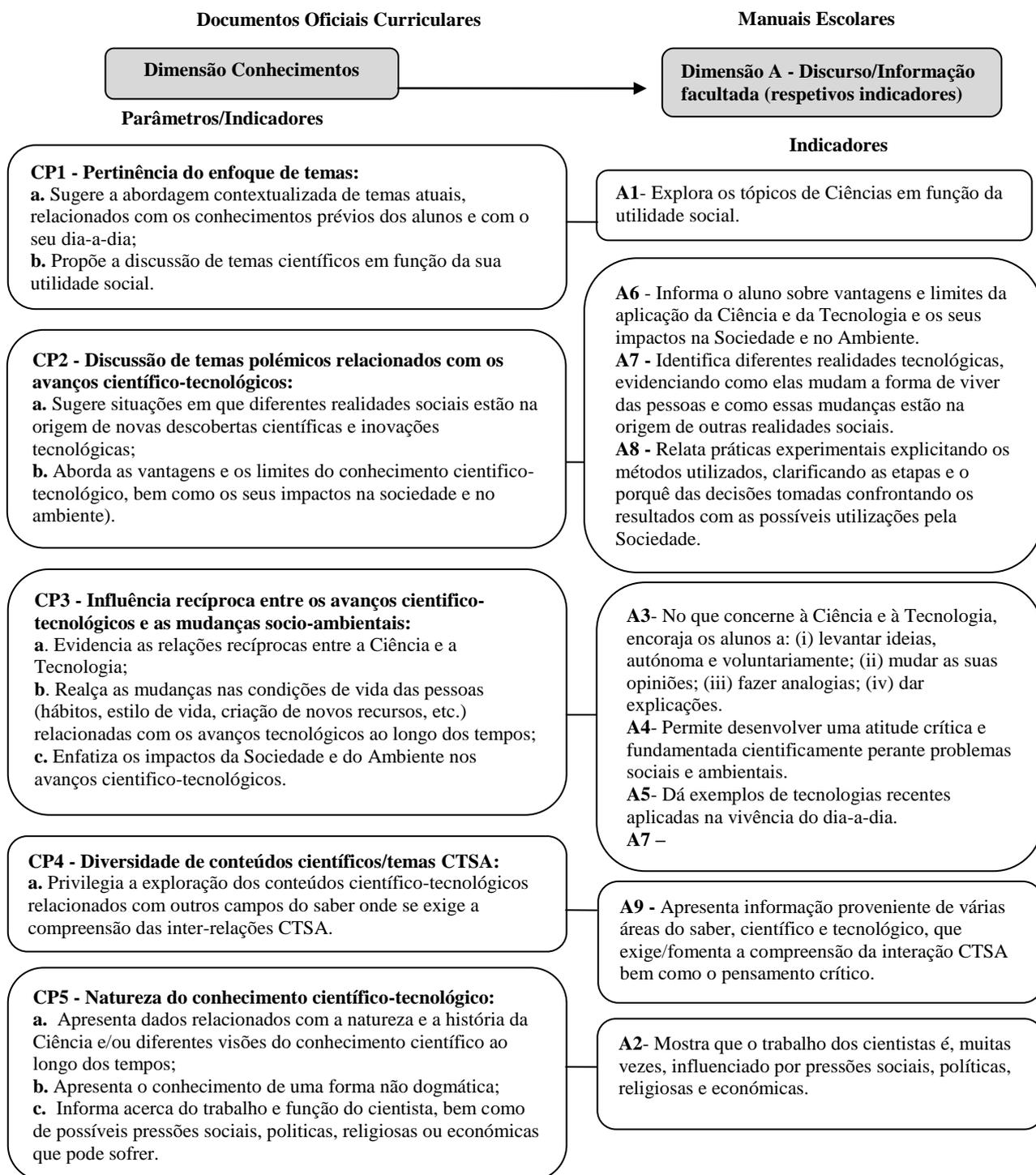


Figura 12: Correspondência entre a dimensão *Conhecimentos* do IA/DOC e a dimensão A (*discurso/informação facultada*) do IA/ME.

A dimensão *Procedimentos Metodológicos* do IA/DOC refere-se às estratégias e atividades de ensino utilizadas para concretizar as aprendizagens dos alunos como, por exemplo, atividades de argumentação, debates, discussões, pesquisas, etc., sobre questões onde se manifestem as interações CTSA e, por isso, relaciona-se com a dimensão B - *Atividades de Ensino/Aprendizagem* do IA/ME.

A figura 13 estabelece a relação de correspondência entre a dimensão *Procedimentos Metodológicos* do IA/DOC e a dimensão B (*Atividades de Ensino/Aprendizagem*) do IA/ME.

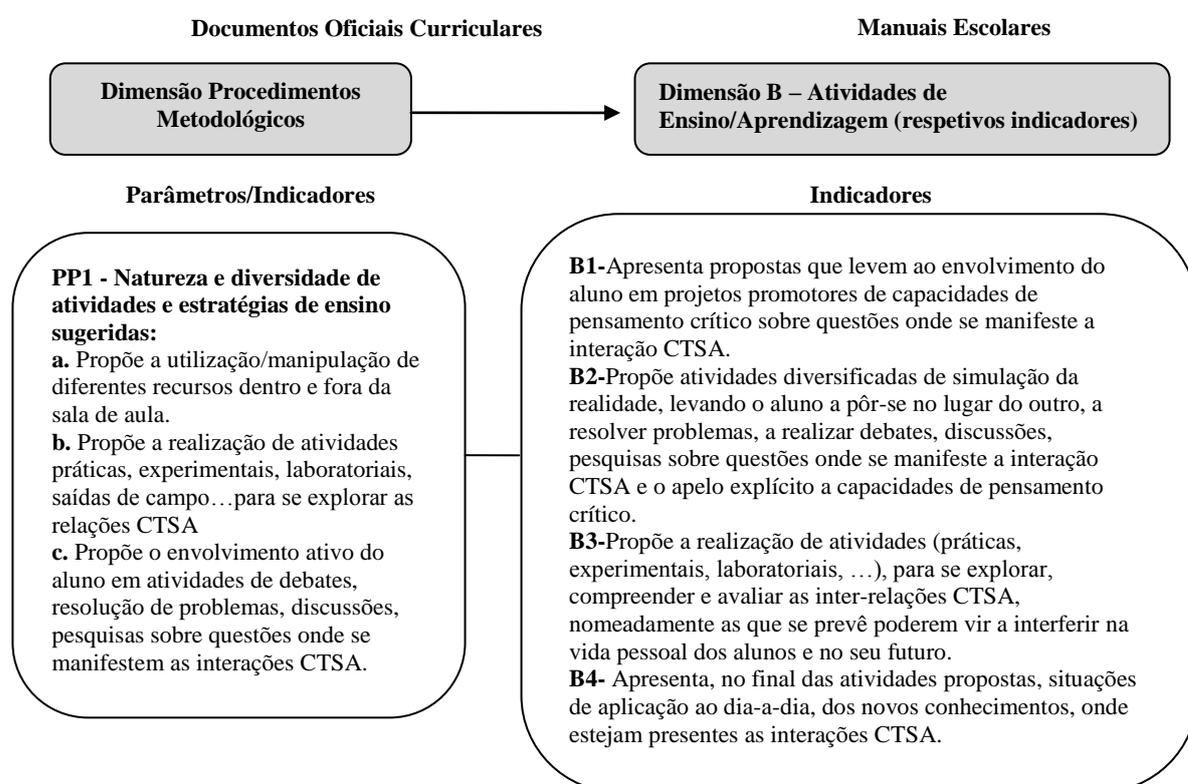


Figura 13: Correspondência entre a dimensão Procedimentos Metodológicos do IA/DOC e a dimensão B (Atividades de Ensino/Aprendizagem) do IA/ME.

Depois de estabelecidas estas correspondências analisou-se a recontextualização/interpretação que os manuais escolares de Ciências do 2º Ciclo (Portugal) e do 3º Ciclo (Espanha) fazem da mensagem veiculada nos Documentos Oficiais Curriculares no âmbito da perspectiva CTSA, identificando as principais semelhanças e diferenças entre os dois países no que diz respeito às *Finalidades*, aos *Conhecimentos* e aos *Procedimentos Metodológicos* (ver secções 3.1, 3.2 e 3.3 do capítulo 4).

CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Introdução

Em função dos objetivos definidos para a investigação, este capítulo encontra-se estruturado em três secções que correspondem, respetivamente, à 1ª fase, à 2ª fase e à 3ª fase do estudo. Assim, a primeira secção diz respeito à apresentação, discussão e comparação dos resultados da análise dos Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e Espanha no que concerne à Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente). A segunda secção contempla a apresentação, discussão e comparação dos resultados obtidos com a análise efetuada aos manuais escolares portugueses e espanhóis acerca da perspetiva CTSA. Cada uma destas secções termina com uma síntese e discussão global dos resultados. A terceira secção, que corresponde à 3ª fase do estudo, refere-se à relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências dos dois países e identificam-se as semelhanças e as diferenças mais significativas entre Portugal e Espanha no âmbito da perspetiva CTSA.

4.1 – Perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais portugueses e espanhóis (1ª fase do estudo)

Vários países foram recentemente envolvidos (aproximadamente, entre 2005 e 2011) em reformas curriculares e, segundo Eurydice (2011), mais de metade dos países europeus, ou reformou o currículo do Ensino Básico e Secundário, ou começou a planear reformas educativas, tendo sido o principal impulso para estas reformas o desejo de estar de acordo com a abordagem de competências básicas europeias.

Considerando as últimas reformas curriculares ocorridas em Portugal e em Espanha, foi nossa intenção analisar as orientações curriculares dos Documentos Oficiais dos dois países, com o objetivo de perceber que relações CTSA são consideradas nestes documentos, que servem de orientação para o processo de ensino/aprendizagem e, portanto, para a implementação desta perspetiva de ensino em sala de aula. Esta análise permitir-nos-á, ainda fazer um estudo comparativo entre os dois países.

Na apresentação dos dados começaremos pelos Documentos Oficiais Portugueses (DOP) e depois pelos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE). Primeiro damos a conhecer os dados globais (número de episódios CTSA identificados nos Documentos Curriculares Oficiais) e depois discriminamo-los em função de cada uma das dimensões (Finalidades, Conhecimentos, Procedimentos Metodológicos) consideradas no instrumento de análise. Nesta discriminação evidenciaremos o número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro. Por último, faremos a discussão conjunta dos dados obtidos para os DOP e para os DOE.

4.1.1 - Documentos Oficiais Portugueses

Identificaram-se, ao longo do texto das secções seleccionadas para análise, episódios/unidades de análise que traduzissem as ideias operacionalizadas nos vários indicadores do instrumento, ou seja, a concretização das relações CTSA. Estes resultados apresentam-se na tabela 14.

Tabela 14: Incorporação da perspectiva CTSA nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP).

Dimensão	Número de episódios
Finalidades (F)	43
Conhecimentos (C)	25
Procedimentos Metodológicos (PM)	12
Total	80

Pela observação da tabela 14 é possível perceber que a perspectiva CTSA está incorporada nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP), com 80 episódios, identificados maioritariamente nos documentos Organização Curricular e Programas Volume I e II. Constata-se, no entanto, que a representatividade não é a mesma nas três dimensões consideradas (Finalidades, Conhecimentos e Procedimentos Metodológicos). A dimensão *Finalidades* (F) é a mais representativa, com 43 episódios, seguida da dimensão *Conhecimentos* (C), com 25 episódios, e da dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM), com 12 episódios.

Relativamente à dimensão *Finalidades* (*Porquê ensinar Ciência*), o número de episódios (43 episódios) é bastante relevante, tal como era nossa expectativa, pois trata-

se de enfatizar as finalidades da educação científica, ou seja, do desenvolvimento de capacidades, de atitudes e de valores que os alunos possam pôr em prática e que são necessários para compreender e atuar no mundo que os rodeia, enquanto cidadãos conscientes e responsáveis.

Quanto à dimensão Conhecimentos (*Que Ciência ensinar*), ou seja, relacionada com os conteúdos científicos que devem ser ensinados, consideramos que o número de episódios identificados (25 episódios), apesar de parecer razoável, é pouco relevante.

Igualmente pouco relevante é o número de episódios CTSA, apenas 12, relacionados com a dimensão Procedimentos Metodológicos (*Como ensinar Ciência*). Ou seja, os DOP fornecem pouca informação aos professores acerca de *que Ciência ensinar* e *como ensinar Ciência* de índole CTSA. Também estes resultados eram previsíveis e esperados, de acordo com a revisão de literatura (ver capítulo 2) acerca da perspetiva CTSA nos currículos de Ciências, em particular, nos currículos portugueses.

Como já foi referido, nem sempre a perspetiva CTSA estava incorporada com o mesmo grau de explicitação nos diferentes episódios considerados a partir dos documentos analisados. Em alguns destes episódios, a ideia expressa nos indicadores do instrumento de análise estava claramente representada (episódio explícito), noutros, a ideia do indicador estava implícita (episódios implícitos). Os resultados dessa especificação são apresentados nas secções seguintes, correspondendo cada uma às diferentes Dimensões definidas no instrumento de análise: *Finalidades (F)*, *Conhecimentos (C)* e *Procedimentos Metodológicos (PM)*.

4.1.1.1 - Dimensão Finalidades

Recordamos que a dimensão *Finalidades (F)* é composta pelos parâmetros F.P1 (*Desenvolvimento de capacidades*), F.P2 (*Desenvolvimento de atitudes e valores*), e F.P3 (*Educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente*). O número de episódios explícitos e implícitos registados por indicador/parâmetro que integra esta dimensão é apresentado na tabela 15.

Tabela 15: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Finalidades - DOP.

Dimensão: Finalidades (F)					
Parâmetro		Desenvolvimento de Capacidades (F.P1)	Desenvolvimento de atitudes e valores (F.P2)	Educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente (F.P3)	
Indicador (n=4)		F.P1a	F.P2a	F.P3a	F.P3b
Episódios	E	8	11	6	15
	I	2	0	0	1
Total		10	11	6	16

Quanto ao **parâmetro F.P1** (*Desenvolvimento de capacidades*) representado pelo indicador F.P1.a. (*Propõe o desenvolvimento de processos científicos, observar, inferir, classificar, explicar, relacionar, argumentar..., a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico*), registaram-se evidências de 10 episódios, dos quais 8 são explícitos e 2 implícitos.

Recorda-se que o *indicador a)* do primeiro *Parâmetro* de cada uma das *Dimensões*, como é o caso do indicador **F.P1a** (e dos indicadores **C.P1a** - *Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia* e **P.P1a** - *Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula*) não se relaciona diretamente com a perspetiva CTSA, mas refere-se a aspetos que consideramos serem necessários para se perceberem as relações e interações CTSA, ou seja, assume um carácter genérico com o objetivo de perceber se o documento em análise tem a preocupação de desenvolver as competências necessárias à compreensão das inter-relações CTSA.

Explicamos, de seguida, dois exemplos, um explícito e outro implícito do indicador F.P1.a, ambos incluídos no documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*. Como exemplo de um episódio explícito do indicador F.P1.a. apresenta-se o texto incluído na secção *Orientação Metodológica*.

A resolução de problemas, considerada um aspecto fundamental da educação científica, facilita a aprendizagem e o exercício das capacidades nela envolvidas. Deste modo, o aluno aprende a aprender, pensa mais

eficientemente, aumentando a capacidade de transferência (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.186).

Neste episódio, o texto é explícito relativamente à importância da resolução de problemas para a educação científica, esclarecendo que facilita a aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento de capacidades necessárias para interpretar o mundo que os rodeia e, portanto, transferirem conhecimento para situações, nomeadamente, do quotidiano, em que estão envolvidas a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, o que equivale à compreensão das relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

O segundo exemplo aparece na secção Introdução. O texto refere que “A educação em Ciências deve permitir ao aluno, a partir do início da sua vida escolar, o desenvolvimento e compreensão de si próprio e do mundo que o rodeia” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.175). Consideramos que o episódio aponta para o ensino das Ciências como potenciador do desenvolvimento pessoal do aluno, nomeadamente para o desenvolvimento e compreensão de si próprio e do mundo que o rodeia, ficando implícita a ideia de para que isso seja possível é necessário desenvolver nos alunos processos científicos que correspondem às formas de raciocínio, destrezas intelectuais e procedimentos práticos indispensáveis para a interpretar e dar sentido ao mundo atual, o que pressupõe a compreensão das relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

O **parâmetro F.P2** (*Desenvolvimento de atitudes e valores*) representado pelo indicador F.P2.a (*Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos*) tem 11 evidências de episódios explícitos. Damos como exemplo um episódio do documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*, na secção Finalidades, em que se indica que o ensino das Ciências deve “Contribuir para uma tomada de consciência da responsabilidade individual a nível da saúde, como bem comum” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.177). Achamos que este episódio é explícito relativamente ao desenvolvimento de atitudes e valores, uma vez que, ao chamar a atenção para a necessidade da tomada de consciência da responsabilidade individual a nível da saúde como bem comum de todos os cidadãos (relação Ciência-Sociedade), o aluno desenvolve normas de conduta individuais e coletivas necessárias à sua formação enquanto indivíduo e cidadão consciente.

Um outro exemplo do mesmo indicador retirado da secção Introdução do mesmo documento, relata que:

Num mundo onde a Ciência e a Tecnologia penetram cada vez mais profundamente na vida cotidiana do indivíduo e da sociedade, a Escola tem um importante papel a desempenhar, não somente na aquisição de conhecimentos científicos e técnicos, mas também no desenvolvimento de atitudes susceptíveis de assegurar, aos cidadãos do futuro, a aplicação e avaliação desses conhecimentos (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.175).

Este texto refere que no mundo atual, onde a Ciência e a Tecnologia penetram cada vez mais na Sociedade (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade), não basta o desenvolvimento de capacidades e conhecimentos científicos e técnicos (relação Ciência-Tecnologia), é necessário, também, que os alunos desenvolvam atitudes que lhe permitam aplicar, de forma responsável e consciente, os conhecimentos adquiridos em contexto real (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). O texto é explícito no que concerne ao desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivas, necessários para atuar no mundo atual.

No que diz respeito ao **parâmetro F.P3** (*Educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente*) identificámos 6 episódios explícitos do indicador F.P3.a. e 15 episódios explícitos e 1 implícito do indicador F.P3.b. Relativamente ao indicador F.P3.a. (*Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente*) um dos episódios selecionados como exemplo encontra-se num segmento descrito no documento *Metas Curriculares*, no Subdomínio importância da água para os seres vivos - Objetivo Geral: Compreender a importância da qualidade da água para a atividade humana. O segmento considera que o aluno deve ser capaz de “Explicar as consequências da poluição e da contaminação da água” (ME – DGIDC, 2013, p.4). Esta competência de saber explicar consequências possibilitará o desenvolvimento do aluno enquanto cidadão informado, responsável e envolvido na resolução de problemas que lhe afetam a qualidade de vida. Este episódio apresenta informação clara e evidente no que concerne à educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente, pois pretende que os alunos compreendam as relações que se estabelecem entre a Sociedade e o Ambiente na medida em que considera que sejam capazes de explicar, argumentar e tomar decisões conscientes face à poluição e à contaminação da água, como consequências da ação humana (relação Ciência-Sociedade-Ambiente).

No que concerne ao indicador F.P3.b (*Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a*

proteção do ambiente), veja-se um exemplo de um episódio explícito que se encontra na secção Observações/Sugestões metodológicas, incluída no documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. II*. O documento refere: “ Pretende-se que, no desenvolvimento da diversidade dos seres vivos, seja encarada a perspectiva da protecção à Natureza” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.14). A informação apresentada nesta unidade de análise é explícita, quanto àquilo que se pretende, ou seja, que os conteúdos científicos sejam abordados tendo em conta a protecção da Natureza (relação Ciência-Sociedade-Ambiente), o que pressupõe o envolvimento dos alunos em questões problemáticas atuais, como é o caso, por exemplo, da extinção das espécies e da biodiversidade, o que por sua vez, possibilita a educação para a cidadania, a sustentabilidade e a protecção do Ambiente.

O exemplo do episódio implícito deste indicador (F.P3.b) refere-se ao texto que se encontra também na secção Observações/Sugestões metodológicas do documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. II*: “Sugere-se que cada grupo de alunos seja responsável por uma planta cultivada” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.15). A informação apresentada neste texto pretende responsabilizar os alunos por uma planta cultivada, ora isto pressupõe o seu envolvimento em questões relacionadas com cidadania, a sustentabilidade e a protecção do Ambiente, no entanto, não é claro quanto a essa intenção e, por isso, consideramos o episódio implícito quanto às relações Sociedade-Ambiente.

Os resultados da análise efetuada aos DOP relativamente à dimensão *Finalidades* (F) dão-nos a conhecer que a quase totalidade dos episódios identificados são explícitos (E) e em número apreciável para todos os indicadores, em especial para o indicador F.P3.b (*Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a protecção do ambiente*). Esta situação permite-nos constatar que, estes documentos valorizam explicitamente o desenvolvimento pessoal - capacidades e atitudes/valores (indicadores F.P1.a e F.P2.a) e o desenvolvimento social dos alunos - educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente (indicadores F.P3.a e F.P3.b), embora o desenvolvimento social seja mais enfatizado. Existe um número apreciável de episódios explícitos referentes a competências sociais (cidadania, sustentabilidade e protecção do ambiente) que, de acordo com estes documentos, se podem desenvolver através da Educação em Ciências de índole CTSA, uma vez que realçam o desenvolvimento do aluno enquanto cidadão

que se relaciona com os outros e com o meio natural e artificial envolvente, o que pressupõe a compreensão das relações CTSA.

Estes resultados permitem-nos constatar que, qualquer professor que consulte estes documentos tem referências muito claras sobre o *porquê ensinar Ciências* na perspetiva CTSA.

4.1.1.2 - Dimensão Conhecimentos

Tal como fizemos para a dimensão *Finalidades*, recordamos que a dimensão *Conhecimentos* (C) integra cinco parâmetros: C.P1 (*Pertinência do temas/conteúdos*), C.P2 (*Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos*), C.P3 (*Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais*), C.P4 (*Diversidade de temas/conteúdos científicos*) e C.P5 (*Natureza do conhecimento científico-tecnológico*), que se desdobram em vários indicadores para os quais identificamos 25 episódios.

O número de episódios explícitos e implícitos registados por indicador/parâmetro que integra esta dimensão é apresentado na tabela 16.

Tabela 16: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Conhecimentos – DOP.

Dimensão: Conhecimentos (C)												
Parâmetro	Pertinência do enfoque de temas/conteúdos (C.P1)		Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos (C.P2)		Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais (C.P3)			Diversidade de temas/conteúdos científicos (C.P4)		Natureza do conhecimento científico-tecnológico (C.P5)		
	Indicador (n=11)	C.P1 a	C.P1 b	C.P2 a	C.P2 b	C.P3 a	C.P3 b	C.P3 c	C.P4 a	C.P5 a	C.P5 b	C.P5 c
Episódios	E	1	8	0	3	6	4	0	0	1	2	0
	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		1	8	0	3	6	4	0	0	1	2	0

No **parâmetro C.P1** (*Pertinência do enfoque de temas/conteúdos*) identificamos 1 único episódio explícito do indicador C.P1.a. e 8, também explícitos, do indicador C.P1.b.

No que concerne ao indicador C.P1.a. (*Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia*), o episódio encontra-se referenciado na secção Orientação Metodológica do documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*.

A investigação directa da realidade é importante para a formação do futuro cidadão consciente que saiba observar o que o rodeia, conhecer dados de fontes diversificadas, fornecer alternativas aos problemas quotidianos do seu meio e aplicar os conhecimentos a situações novas. As actividades a realizar...devem ter um aumento gradual de formalização, desde as tarefas mais simples às mais complexas, de modo a possibilitar ao aluno a estruturação conceptual, tomando como ponto de partida os seus conhecimentos prévios (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.186).

A abordagem CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) está expressa de forma explícita, uma vez que o texto propõe que a aprendizagem dos alunos seja contextualizada partindo da observação directa da realidade, daquilo que faz parte do seu quotidiano (relação Sociedade/Ambiente - Ciência). O texto informa, ainda, que esta aprendizagem deve partir dos conhecimentos prévios que os alunos possuem, possibilitando-lhe relacionar o conhecimento que já possuía com o conhecimento adquirido e aplica-lo a situações novas, do dia-a-dia, o que pressupõe a compreensão das interações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

No que respeita ao indicador C.P1.b. (*Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social*) o exemplo que damos de um episódio explícito, registou-se na secção do Subdomínio - A importância das rochas e do solo na manutenção da vida - Objetivo Geral: Compreender a importância das rochas e dos minerais, do documento *Metas Curriculares*. Sugere-se que o aluno seja capaz de “Referir aplicações das rochas e dos minerais em diversas actividades humanas, com base numa actividade prática de campo na região onde a escola se localiza” (ME – DGIDC, 2013, p.3). A informação é clara e evidente no que concerne à utilidade e aplicação das rochas e minerais nas actividades humanas (relação Ciência-Sociedade).

O **parâmetro C.P2** (*Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos*) é desdobrado em dois indicadores, C.P2.a. (*Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas*

científicas e inovações tecnológicas) e CP2.b. (*Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na Sociedade e no Ambiente*), sendo que não se registou nenhuma evidência relacionada com o indicador C.P2.a. Quanto ao indicador C.P2.b. registaram-se 3 evidências de episódio explícitos. Um exemplo de um episódio relacionado com este indicador aparece referenciado no documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*, como sendo uma das finalidades do ensino das Ciências: “Consciencializar das limitações da Ciência na resolução de problemas humanos” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.177). Trata-se de um episódio explícito pois enfatiza a necessidade de consciencializar os alunos/cidadãos de que o conhecimento científico, para além das vantagens que tem para a Sociedade, também tem limitações na resolução dos problemas humanos (relação Ciência-Sociedade) e como tal não pode ser visto como infalível. Porém, apesar de o termos considerado explícito, apenas se refere a parte da ideia contemplada no indicador, vantagens e limites do conhecimento científico-tecnológico para a Sociedade, mas não faz referência aos impactos que o conhecimento científico e tecnológico tem, quer na Sociedade, quer no Ambiente (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

O **parâmetro C.P3** (*Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais*) integra o indicador C.P3.a. (*Evidencia as relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia*) com 6 episódios explícitos, o indicador C.P3.b. (*Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas - hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc. - relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos*) com 4 episódios explícitos, e o indicador C.P3.c. (*Enfatiza os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos*) com 0 episódios. Vejamos alguns exemplos dos episódios relacionados com os indicadores C.P3.a. e C.P3.b.

Relativamente ao indicador C.P3.a. (*Evidencia as relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia*) todos os episódios foram considerados explícitos, como é o caso, por exemplo, de um dos objetivos gerais que se encontra referido no documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*: “Reconhecer que a utilização de alguns materiais é consequência do avanço tecnológico” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.179). Consideramos que o texto é explícito quanto às relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia, uma vez que, a capacidade de reconhecer que o aparecimento/utilização de alguns materiais que antes não existiam se deve ao avanço

tecnológico, o que implica reconhecer as relações de interdependência entre a Ciência e a Tecnologia.

Outro exemplo de um episódio explícito do indicador C.P3.a. corresponde a um excerto que aparece no documento *Metas Curriculares* e que refere que o aluno deve ser capaz de “Descrever o contributo de dois cientistas para a evolução do microscópio ótico, destacando a importância da tecnologia no avanço do conhecimento científico” (ME – DGIDC, 2013, p.7). O excerto aponta para o contributo do trabalho dos cientistas para evolução do microscópio ótico (relação Ciência - Tecnologia), bem como, para a importância da Tecnologia no avanço do conhecimento científico (relação Tecnologia-Ciência). Trata-se de um episódio explícito, pois é vem claro quanto às relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia.

Um outro exemplo, também do indicador C.P3.a, foi identificado numa recomendação apresentada no documento *Metas Curriculares*, onde há a indicação de que o aluno deve ser capaz de “Associar alguns métodos e instrumentos usados na agricultura ao avanço científico e tecnológico” (ME – DGIDC, 2013, p.3). Também aqui, o texto é explícito quanto à intenção de evidenciar as relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia, pois pretende que sejam dadas indicações esclarecedoras de que o aparecimento de novos métodos e instrumentos de trabalho agrícolas depende do avanço científico e tecnológico (relação Ciência-Tecnologia).

Este último episódio é também evidência do indicador C.P3.b. (*Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas - hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc. - relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos*). Consideramos que a informação é clara no que respeita à influência do avanço científico e tecnológico no aparecimento de novos métodos e técnicas na agricultura e, portanto, nas mudanças de condições de vida das pessoas (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

Outro episódio explícito do indicador C.P3.b foi identificado num dos objetivos gerais do documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*: “Compreender as implicações da Ciência, no dia-a-dia da actividade humana” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.179). O texto refere-se à capacidade de compreender as implicações da Ciência no dia-a-dia da atividade humana e, portanto, está explícita a ideia de que as mudanças nas condições de vida das pessoas se devem aos avanços da Ciência e da Tecnologia (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

O **parâmetro C.P4** (*Diversidade de temas/conteúdos científicos*) representado pelo indicador C.P4.a. (*Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA*) não apresenta qualquer evidência. Embora o *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I* refira que é necessário “Sensibilizar para a relevância dos novos conhecimentos de Biologia-Geologia na melhoria das condições de vida” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.177), esta informação não especifica a relação destas áreas com os conteúdos científico-tecnológicos, nem a compressão das interpelações CTSA. Sendo assim, esta informação não foi considerada como episódio/unidade de análise.

Do **parâmetro C.P5** (*Natureza do conhecimento científico-tecnológico*) faz parte o indicador C.P5.a. (*Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos*), o indicador C.P5.b. (*Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática*) e o indicador C.P5.c. (*Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer*).

Mais uma vez, e tal como se verifica para outros parâmetros, há um indicador para o qual não identificamos episódios, C.P5.c. Quanto aos outros indicadores, identificamos 1 episódio explícito relacionado com o indicador C.P5.a. e 2 episódios explícitos relacionados com o indicador C.P5.b.

No documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I* encontra-se uma evidência do indicador C.P5.a. (*Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos*), na secção Finalidades: “Deve desenvolver a compreensão da ciência como atividade humana que procura conhecimentos e aplica conceitos científicos na resolução de problemas da vida real, incluindo os que exigem soluções tecnológicas” (ME – DGEBS, Vol. I, p.175). Trata-se de um episódio explícito no que concerne à natureza da Ciência pois refere-a como uma construção social/humana que se relaciona com a tecnologia e procura obter conhecimentos para compreender e atuar sobre o mundo social e natural (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Embora explícito, este episódio apenas contempla aspetos relacionados com a natureza da Ciência, mas omite a história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos.

No mesmo documento, *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*, encontra-se uma evidência do indicador C.P5.b. (*Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática*), na secção Orientação Metodológica: “O ensino deverá ser problematizado, questionando as alternativas e o valor de soluções fornecidas pela Ciência, sendo de tornar relevante que, à medida que o ambiente sócio-cultural se altera e as técnicas de investigação melhoram, hipóteses e teorias bem estabelecidas podem ser desafiadas, modificadas e até substituídas” (ME – DGEBS, Vol. I, p.185). Este excerto é claro quando refere que o ensino deve ser problematizado e que as soluções fornecidas pela Ciência ao longo dos tempos devem ser questionadas, do que se depreende que o conhecimento científico é de carácter provisório e, portanto, o texto apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática. Além disso, o texto informa que este carácter provisório do conhecimento científico se deve ao facto do ambiente sociocultural se alterar e as técnicas de investigação melhorarem, ou seja alerta para o impacto que a mudança da Sociedade e do Ambiente têm nos avanços do conhecimento científico-tecnológico (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

Os resultados da análise efetuada aos DOP, relativamente à dimensão *Conhecimentos* (C), permitem-nos constatar que, apesar de não haver evidências de muitos episódios, salientamos que são todos explícitos (E). Mais uma vez, podemos dizer que, as referências CTSA, neste caso, relacionadas com a dimensão *Conhecimentos* (C), embora sejam poucas, podem ser claramente entendidas por qualquer professor. Relativamente a esta dimensão, onde os DOP expressam mais ideias CTSA, é no que se refere à discussão de temas científicos em função da sua utilidade social (indicador C.P1.b.) e às relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia (indicador C.P3.a). Estes resultados permitem-nos constatar que, embora os DOP omitam aspetos relacionados com diferentes realidades sociais que estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (indicador C.P2.a) ou com os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos (indicador C.P3.c), ou mesmo com a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA (indicador C.P4.a.), qualquer professor que consulte estes documentos tem algumas referências explícitas/claras sobre *que Ciência ensinar* na perspetiva CTSA, ainda que não sejam muito substanciais e que não se referiram a todos os indicadores considerados no instrumento de análise.

4.1.1.3 - Dimensão Procedimentos Metodológicos

Como temos vindo a fazer, recordamos que da dimensão *Procedimentos Metodológicos (PM)* faz parte o **parâmetro PM.P1** (*Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino*) que integra os indicadores: PM.P1.a. (*Propõe a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula*), PM.P1.b. (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA*) e PM.P1.c. (*Propõe o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA*).

O número de unidades/episódios explícitos e implícitos registados em cada indicador do parâmetro que integra esta dimensão é apresentado na tabela 17.

Tabela 17: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Procedimentos Metodológicos - DOP

Dimensão: Procedimentos Metodológicos (PM)				
Parâmetro		Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino (PM.P1)		
Indicador (n=3)		PM.P1a	PM.P1b	PM.P1c
Episódios	E	6	1	3
	I	0	1	1
Total		6	2	4

O indicador PM.P1.a. (*Propõe a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula*) é aquele que apresenta mais episódios, e todos explícitos (6 episódios explícitos). Um exemplo desses episódios corresponde a uma sugestão metodológica que o documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. II* propõe na página 16: “Leitura de extractos de revistas e jornais relativos à influência da poluição da água na vida dos seres vivos” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.16). O documento incentiva o aluno para a utilização de recursos como revistas e jornais cuja informação esteja relacionada com a influência da poluição da água na vida dos seres vivos (relação Ciência-Sociedade-Ambiente) e, portanto, a abordagem CTSA

é sugerida de forma explícita no documento, uma vez que a ideia do indicador está expressa de forma clara e evidente.

O indicador PM.P1.b. (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA*) apresenta 1 episódio explícito e 1 episódio implícito. Relativamente ao episódio explícito, trata-se de um excerto que foi identificado na secção Finalidades do documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I:* “Desenvolver uma metodologia experimental na abordagem dos problemas que facilite a compreensão do mundo natural e tecnológico em que vivemos“ (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.186). Esta finalidade aponta de forma explícita para a importância de uma metodologia experimental como forma de abordar os problemas e compreender o mundo natural e tecnológico, o que pressupõe a exploração das relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-ambiente) envolvidas.

Quanto ao episódio implícito do indicador PM.P1.b. selecionamos o texto que se encontra na secção Sugestões metodológicas do documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. II:* “Observação da água de um charco «a olho nu» e ao microscópio” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.16). Esta sugestão metodológica propõe a realização de uma atividade prática sem tecnologia (a olho nu) e com tecnologia (microscópio). Esta atividade aponta de forma implícita para a relação entre a Ciência e a Tecnologia, pois vai permitir aos aluno comparar e distinguir as observações feitas (seres microscópicos), com ou sem a ajuda do microscópio (relação Ciência-Tecnologia).

O indicador PM.P1.c. (*Propõe o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA*) apresenta 4 episódios, sendo 3 explícitos e 1 implícito. Vejamos um exemplo de cada.

Como exemplo de um episódio explícito selecionamos informação retirada do documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. II* que propõe ao professor orientar o aluno para “Pesquisar a relação entre o grau da poluição atmosférica e o aparecimento de líquenes (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.16). Esta unidade de análise sugere o envolvimento ativo do aluno em atividades de pesquisa sobre questões onde se manifesta a interação CTSA, na medida em que pretende que o aluno relacione o grau da poluição atmosférica (relação Sociedade-Ambiente) com o

aparecimento de líquenes, que são um indicador de poluição (relação Ciência-Sociedade-Ambiente).

Como exemplo do episódio implícito apresentamos uma unidade de análise na secção Orientação Metodológica do documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*. O documento considera que “A abordagem dos temas pode efectuar-se através de um tempo de discussão que permita a formulação de problemas com interesse para os alunos que constituam pontos de partida para o desenvolvimento de actividades” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.186). O texto informa que a abordagem dos conteúdos científicos pode ser feita recorrendo a atividades de discussão de temas e problemas com interesse para os alunos. A abordagem CTSA não é sugerida de forma clara, contudo, uma vez que os conteúdos científicos são discutidos através de problemas com interesse para os alunos, está implícita a relação Ciência-Sociedade e, portanto, a discussão dos temas científicos pode ser feita sobre questões onde se manifestem as interações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

Os resultados da análise efetuada aos DOP relativamente à dimensão *Procedimentos Metodológicos (PM)*, permitem-nos constatar que, apesar de não terem sido identificado muitos episódios CTSA desta dimensão, devemos salientar que eles são quase que, exclusivamente, explícitos (E). Aparentemente, até podem parecer em número razoável, mas recordamos que a maior parte se refere ao indicador PM.P1.a. que tem a ver com a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula, e não se relaciona diretamente com a perspetiva CTSA, ainda que permita desenvolver competências necessárias à sua compreensão. Assim, ficam apenas 6 episódios relacionados com os indicadores PM.P1.b e PM.P1.c. onde é possível perceber sugestões CTSA. Há que considerar que são manifestamente insuficientes para suscitar procedimentos metodológicos de índole CTSA aos professores menos recetivos (ou menos conhecedores) desta abordagem. Estes resultados permitem-nos, assim, dizer que os DOP sugerem poucas referências explícitas sobre o *como ensinar Ciências* na perspetiva CTSA.

4.1.2 - Documentos Oficiais Espanhóis

À semelhança do que foi feito para os Documentos Oficiais Portugueses (DOP), também para os Documentos Oficiais Espanhóis (DOE), se procurou identificar, ao longo do texto das secções seleccionadas para análise, episódios/unidades de análise que traduzissem as ideias operacionalizadas nos vários indicadores do instrumento. Estes resultados apresentam-se na tabela 18.

Tabela 18: Incorporação da perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE).

Dimensão	Número de episódios
Finalidades (F)	43
Conhecimentos (C)	20
Procedimentos Metodológicos (PM)	4
Total	67

Pela observação da tabela 18 constata-se que a perspetiva CTSA está incorporada nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE), com 67 episódios, embora, e tal como acontece nos DOP, não apareça com igual representatividade nas três dimensões consideradas. A dimensão que contempla mais episódios é, de igual forma, como nos DOP, a dimensão *Finalidades* (F), com 43 episódios. Ou seja, os DOE também enfatizam, tal como os DOP, fundamentalmente, as Finalidades da Educação em Ciências na perspetiva CTSA - desenvolvimento de capacidades, atitudes/valores e a educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente.

A segunda dimensão mais representativa é a dimensão *Conhecimentos* (C), com 20 episódios, e a menos representada é a dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM), com apenas 4 episódios. Relativamente à dimensão Conhecimentos, relacionada com os conteúdos científicos que se pretendem ensinar, consideramos que, à semelhança do que se verificou para os DOP, e tal como já era esperado, tendo em conta a revisão de literatura acerca da perspetiva CTSA nos currículos de Ciências, também nos DOE o número de episódios identificados (20 episódios) é pouco relevante e, portanto, são poucas as referências acerca de *que Ciência ensinar*. No que concerne à dimensão Procedimentos Metodológicos, relacionada com as estratégias de ensino, os resultados são ainda mais preocupantes do que aqueles que foram obtidos nos DOP, uma vez que o número de episódios identificados é muito reduzido (apenas 4 episódios), o que nos leva

a dizer que estes documentos quase que não sugerem aos professores orientações metodológicas acerca do *como ensinar Ciência* na perspectiva CTSA.

Tal como se verificou para os DOP, também nos DOE se constatou que a perspectiva CTSA nem sempre estava presente com o mesmo grau de explicitação nos diferentes episódios considerados. Então, os resultados dessa análise são apresentados nas secções seguintes, correspondendo cada uma às diferentes Dimensões definidas no instrumento de análise: *Finalidades (F)*, *Conhecimentos (C)* e *Procedimentos Metodológicos (PM)*.

4.1.2.1 - Dimensão Finalidades

A dimensão *Finalidades (F)*, tal como se verificou com os Documentos Oficiais Portugueses, é a que apresenta mais evidências em todos os seus parâmetros e respetivos indicadores, sendo o parâmetro F.P3 (*Educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente*) o mais representativo, com 19 episódios, seguido do parâmetro F.P1 (*Desenvolvimento de Capacidades*), com 13 episódios, e do parâmetro F.P2. (*Desenvolvimento de atitudes e valores*), com 11 episódios.

A tabela 19 apresenta o número de episódios explícitos e implícitos registados em cada indicador dos parâmetros que compõem a dimensão *Finalidades*.

Tabela 19: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Finalidades - DOE.

Dimensão: Finalidades (F)					
Parâmetro	Indicador (n=4)	Desenvolvimento de Capacidades (F.P1)	Desenvolvimento de atitudes e valores (F.P2)	Educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente (F.P3)	
		F.P1a	F.P2a	F.P3a	F.P3b
Episódios	E	12	11	3	15
	I	1	0	0	1
Total		13	11	3	16

No que respeita ao **parâmetro F.P1** (*Desenvolvimento de Capacidades*) identificaram-se 12 episódios explícitos e 1 implícito, relativos ao indicador F.P1.a. (*Propõe o desenvolvimento de processos científicos, observar, inferir, classificar, explicar, relacionar, argumentar..., a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico*). Estes episódios/unidades de análise encontram-se distribuídas pelas diferentes secções que constituem o documento *Orden ECI/2211/2007*, como por exemplo, nos *Objetivos de la Educación Primaria*; nas *Competencias Básicas*; e na área de *Conocimiento del medio natural, social y cultural*. Como exemplo de um episódio explícito do indicador F.P1.a., veja-se um excerto retirado da secção *Competência en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*:

...implica la habilidad progresiva para poner en práctica los procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de indagación científica: identificar y plantear problemas relevantes; realizar observaciones directas e indirectas... formular preguntas; ... plantear y contrastar soluciones tentativas o hipótesis; realizar predicciones e inferencias de distinto nivel de complejidad; e identificar el conocimiento disponible...necesario para responder a las preguntas científicas, y para obtener, interpretar, evaluar y comunicar conclusiones en diversos contextos (MEC O. ECI, 2007, p. 31494).

O documento expressa claramente a ideia de que ao desenvolver a competência de conhecimento e interação com o mundo físico, os alunos põem em prática capacidades investigativas, processos científicos como observar, inferir, classificar, explicar, relacionar...bem como a resolução de problemas relevantes para obter, interpretar, avaliar e comunicar conclusões em diversos contextos, ou seja, para interpretar e dar sentido ao mundo que os rodeia, o que exige a compreensão das relações CTSA.

Outro exemplo de um episódio explícito do indicador F.P1.a. identificou-se num texto também retirado da secção *Competência en el conocimiento y la interacción con el mundo físico* que refere:

...incorpora habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal en ámbitos de la vida y del conocimiento muy diversos (salud, actividad productiva, consumo, ciencia, procesos tecnológicos, etc.) y para interpretar el mundo, lo que exige la aplicación de los conceptos y principios básicos que permiten el análisis de los fenómenos desde los diferentes campos de conocimiento científico involucrados. (MEC O. ECI, 2007, p. 31494).

O texto refere de forma explícita que a competência de conhecimento e interação com o mundo permite desenvolver nos alunos capacidades e habilidades para serem capazes de compreender e interpretar o mundo de forma adequada, com autonomia e nos mais variados campos, como por exemplo, saúde, consumo, ciência, tecnologia, etc., o que exige a compreensão das relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

O episódio implícito do indicador F.P1.a. identificou-se num texto retirado da secção Objetivos de la Educación Primaria do documento *Orden ECI/2211/2007* que refere: “Conocer y valorar su entorno natural, social y cultural, así como las posibilidades de acción y cuidado del mismo” (MEC O. ECI, 2007, p. 31488). O episódio aponta como um dos objetivos gerais da Educação Primária o conhecimento e valorização do meio natural, social e cultural, bem como a capacidade de o proteger e saber atuar sobre ele, ficando implícita a ideia de para que isso seja possível é necessário desenvolver nos alunos processos científicos que correspondem às formas de raciocínio, destrezas intelectuais e procedimentos práticos indispensáveis para a interpretar e dar sentido ao mundo atual, o que pressupõe a compreensão das relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

No **parâmetro F.P2.** (*Desenvolvimento de atitudes e valores*), representado pelo indicador F.P2.a. (*Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos*) identificaram-se 11 episódios explícitos. Como exemplo deste indicador, apresentamos um extrato do documento *Decreto 40/2007*, que refere:

La escuela debe ser un lugar en que se favorezca el intercambio fluido de información y experiencias, y el desarrollo tanto de las habilidades sociales y de los hábitos de trabajo responsable como de la autonomía, la imaginación, la creatividad y la capacidad para afrontar nuevas situaciones y la educación en valores (Decreto 40, Junta de Castilla y León, 2007, p.9856).

Esta informação é explícita pois considera que o aluno deve, para além das competências cognitivas, desenvolver também competências sociais como a responsabilidade e a autonomia, bem como a capacidade para enfrentar situações novas e desenvolver valores para atuar no mundo que o rodeia, o que exige a compreensão das relações CTSA.

Um outro exemplo do indicador F.P2.a. foi identificado no documento *Orden ECI/2211/2007* que refere:

...partiendo del conocimiento del cuerpo humano, de la naturaleza y de la interacción de los hombres y mujeres con ella, permite argumentar racionalmente las consecuencias de unos u otros modos de vida, y adoptar una disposición a una vida física y mental saludable en un entorno natural y social también saludable. Asimismo, supone considerar la doble dimensión – individual y colectiva – de la salud, y mostrar actitudes de responsabilidad y respeto hacia los demás y hacia uno mismo (MEC O. ECI, 2007, p. 31494).

Este episódio é bastante evidente e explícito, na medida em que o documento reforça a ideia de que partindo do conhecimento de si próprio, do seu corpo, de assuntos relacionados com a saúde individual e coletiva, e das relações que se estabelecem entre os indivíduos (relação Ciência-Sociedade), o aluno pode desenvolver atitudes, valores, normas de conduta responsáveis e decisões conscientes e argumentadas a nível não só individual, mas coletivo.

O **parâmetro F.P3** (*Educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente*) representado pelos indicadores F.P3.a, com 3 episódios explícitos, e F.P3.b, com 15 episódios, também explícitos e 1 implícito, é o mais enfatizado na dimensão *Finalidades*.

Em relação ao indicador F.P3.a. (*Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no Ambiente*), o documento *Orden ECI/2211/2007* considera que um dos objetivos da área de *Conocimiento del medio natural, social y cultural* consiste em “Analizar algunas manifestaciones de la intervención humana en el medio, valorándola críticamente y adoptando un comportamiento en la vida cotidiana de defensa y recuperación del equilibrio ecológico y de conservación del patrimonio cultural” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499). Este objetivo é muito claro relativamente às relações entre a Ciência-Sociedade-Ambiente pois recomenda a análise e a argumentação crítica de questões relacionadas com a intervenção humana no Ambiente para, desta forma, promover a tomada de decisões conscientes e informadas face à sua conservação e preservação.

No que respeita ao indicador F.P3.b (*Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente*), o documento *Orden ECI/2211/2007* salienta que faz parte da *Competência en el conocimiento y la interacción con el mundo físico* “...el uso responsable de los recursos naturales, el cuidado del medio ambiente, el consumo racional y responsable, y la protección de la salud individual y colectiva como

elementos clave de la calidad de vida de las personas” (MEC O. ECI, 2007, p. 31494). Trata-se de uma capacidade que os alunos devem desenvolver enquanto cidadãos responsáveis. Esta competência científica permite envolver os alunos em questões relacionadas com sustentabilidade dos recursos naturais, consumo racional e responsável, saúde individual e coletiva e proteção do ambiente e, portanto, as relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) estão expressas de forma clara e evidente nesta unidade de análise.

Como exemplo do episódio implícito deste indicador (F.P3.b) apresentamos o texto que se encontra na secção Bloque 2 – La diversidad de los seres vivos – do documento *Orden ECI/2211/2007* que considera como conteúdo científico deste tema: “Búsqueda de información sobre los seres vivos y sus condiciones de vida” (MEC O. ECI, 2007, p. 31504). A informação apresentada neste texto pretende envolver o aluno na procura de informações acerca das condições de vida dos seres vivos e, portanto, está implícita a ideia da proteção das espécies, bem como questões relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do Ambiente (relações Ciência-Sociedade-Ambiente).

À semelhança do que aconteceu com os DOP, os resultados da análise efetuada aos DOE, relativamente à dimensão *Finalidades* (F), permitem-nos constatar que os episódios identificados são quase exclusivamente explícitos (E) e em número apreciável para todos os indicadores, em particular para o indicador F.P3.b (*Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente*). Os DOE também valorizam o desenvolvimento pessoal (capacidades e atitudes/valores - indicadores F.P1.a e F.P2.a) e social dos alunos (educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente - indicadores F.P3.a e F.P3.b), sendo também mais expressivos no que se refere ao desenvolvimento de competências sociais. Mais uma vez, estes resultados permitem-nos constatar que, qualquer professor que consulte estes documentos tem referências muito claras sobre o *porquê ensinar Ciências* na perspetiva CTSA.

4.1.2.2 - Dimensão Conhecimentos

Os resultados referentes à dimensão *Conhecimentos* (C) foram organizados na tabela 19, que contém o número de episódios explícitos e implícitos identificados nos indicadores dos cinco parâmetros que a constituem.

Tabela 20: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Conhecimentos - DOE.

Dimensão: Conhecimentos (C)												
Parâmetro	Pertinência do enfoque de temas/conteúdos (C.P1)		Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos (C.P2)		Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais (C.P3)			Diversidade de temas/conteúdos científicos (C.P4)		Natureza do conhecimento científico-tecnológico (C.P5)		
	Indicador (n=11)	C.P1 a	C.P1 b	C.P2 a	C.P2 b	C.P3 a	C.P3 b	C.P3 c	C.P4 a	C.P5 a	C.P5 b	C.P5 c
Episódios	E	2	3	0	2	2	8	0	0	1	0	0
	I	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Total		2	3	0	2	2	9	0	1	1	0	0

Do **parâmetro C.P1.** (*Pertinência do enfoque de temas/conteúdos*) fazem parte os indicadores C.P1.a. (*Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia*), com 2 episódios explícitos, e C.P1.b. (*Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social*), com 3 episódios, também explícitos.

Como exemplo do indicador C.P1.a., na secção *Orientaciones metodológicas y para la evaluación* do documento *Orden ECI/2211/2007* é proposto que a área de *Conocimiento del medio natural, social y cultural* deve:

Partir en cualquier actividad de las ideas de los alumnos, de sus conocimientos y experiencias. En esta área tan relacionada con la experiencia, niños y niñas han adquirido en el contacto diario con el medio que le rodea muchos conocimientos de los que es necesario partir porque forman su bagaje personal. Estos preconceptos o ideas previas son numerosos en el área, en su mayoría se adquieren paralelamente a la adquisición del lenguaje en el propio entorno familiar, por lo que es necesario que el docente los conozca bien para ajustar la acción didáctica (MEC O. ECI, 2007, p. 31507).

Esta informação transmite a ideia de forma clara e explícita de que a aprendizagem dos temas de Ciências deve partir dos conhecimentos prévios e experiências sociais e culturais dos alunos, ou seja, dos fenómenos que lhes são familiares (relação Ciência-Sociedade-Ambiente) e, portanto, considera a aprendizagem contextualizada como ponto de partida para o processo de ensino-aprendizagem.

Como exemplo do indicador C.P1.b. (*Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social*), apresentamos um extrato do texto que aparece na secção *Bloque 2 - La diversidad de los seres vivos*, em que um dos conteúdos científicos sugeridos é a “Identificación de algunos de los recursos físicos de la Tierra que se utilizan en la vida cotidiana” (MEC O. ECI, 2007, p. 31504). Também esta informação é evidente no que concerne à utilidade dos recursos físicos da Terra nas atividades e na vida quotidiana dos indivíduos (relação Ciência-Sociedade) e, portanto, a abordagem CTSA está expressa de forma explícita. Ou seja, a ideia do indicador apresenta-se de forma clara na unidade de análise/episódio.

O **parâmetro C.P2** (*Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos*) é desdobrado em dois indicadores, o indicador C.P2.a. (*Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas*), para o qual não identificamos qualquer episódio, e pelo indicador C.P2.b. (*Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na Sociedade e no Ambiente*), para o qual identificamos 2 episódios explícitos. O documento *Orden ECI/2211/2007* refere que a *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico* “...significa reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora como construcción social del conocimiento a lo largo de la historia” (MEC O. ECI, 2007, p. 31494). Parece-nos que o documento apresenta informação clara e evidente no que respeita a necessidade de reconhecer as vantagens e limites da atividade investigativa, isto é, vantagens e limites do conhecimento científico e tecnológico (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). Apesar de ter sido considerado explícito, omite parte da ideia do indicador, uma vez que não enfatiza os impactos, quer positivos, quer negativos, que estas vantagens ou limites da Ciência e da Tecnologia podem ter para a Sociedade e para o Ambiente (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-ambiente).

O **parâmetro C.P3** (*Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais*) é o mais representativo com 11 episódios

no total. Este parâmetro subdivide-se nos indicadores C.P3.a., com 2 episódios explícitos, C.P3.b., com 8 episódios explícitos e 1 implícito, e C.P3.c., sem episódios. Vejamos alguns exemplos destes episódios.

Relativamente ao indicador C.P3.a. (*Evidencia as relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia*) identificou-se, como exemplo de um episódio explícito, um dos objetivos da área de Conocimiento del medio natural, social y cultural proposto pelo documento *Orden ECI/2211/2007*. Segundo este documento, os alunos devem desenvolver a capacidade de “Planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos con una finalidad previamente establecida, utilizando el conocimiento de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499). Neste excerto, a abordagem CTSA fica expressa de forma explícita uma vez que apela para as relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia, ao indicar que é com base no conhecimento científico acerca das propriedades dos materiais, substâncias e objetos que se devem construir dispositivos e instrumentos simples.

Como exemplo de um episódio explícito do indicador C.P3.b. (*Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas - hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc. - relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos*), o mesmo documento salienta que os alunos devem “Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y como instrumento para aprender y compartir conocimientos, valorando su contribución a la mejora de las condiciones de vida de todas las personas” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499). Trata-se de outro objetivo que também contempla a perspetiva CTSA de forma explícita, pois considera que as tecnologias de comunicação e informação são um instrumento para aprender e partilhar conhecimento (relação Ciência-Tecnologia) e para melhorar as condições de vida das pessoas (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

Outro exemplo de um episódio explícito deste indicador (C.P3.b.) foi identificado no documento *Decreto 40/2007* onde se explicita que os alunos devem ser capazes de “Conocer y valorar la importante aportación de la ciencia y la investigación para mejorar la calidad de vida y bienestar de los seres humanos” (Decreto 40, Junta de Castilla y León, 2007, p.9858), que transmite claramente a ideia de que a melhoria da qualidade de vida depende dos avanços científico-tecnológicos (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

Como exemplo do episódio implícito do indicador C.P3.b. identificou-se um dos objetivos da área de Conocimiento del medio natural, social y cultural proposto pelo

documento *Orden ECI/2211/2007*. Segundo este documento, os alunos devem “Reconocer en el medio natural, social y cultural, cambios y transformaciones relacionados con el paso del tiempo...” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499). Trata-se de um objetivo que contempla a perspectiva CTSA de forma implícita, uma vez que a capacidade de reconhecer mudanças e transformações no meio natural, social e cultural ao longo dos tempos, implica reconhecer que essas mudanças se devem aos avanços científico-tecnológicos e à ação do Homem no ambiente (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

No **parâmetro C.P4.** (*Diversidade de temas/conteúdos científicos*), representado pelo indicador C.P4.a. (*Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA*) identificamos apenas 1 episódio implícito. O episódio relacionado com este indicador aparece referenciado no documento *Orden ECI/2211/2007*: “...implica la diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento...” (MEC O. ECI, 2007, p. 31494). Este excerto considera que o conhecimento científico deve ser visto em parceria com outras formas de conhecimento e, portanto, está implícita a ideia de que os conteúdos científicos devem ser explorados e relacionados com outros campos do saber que pressupõe as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente.

Do **parâmetro C.P5** (*Natureza do conhecimento científico-tecnológico*) fazem parte os indicadores C.P5.a. (*Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos*), C.P5.b. (*Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática*) e C.P5.c. (*Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer*). Apenas conseguimos identificar 1 episódio explícito do indicador C.P5.a. Encontra-se no documento *Orden ECI/2211/2007* em que para a Competência en el conocimiento y la interacción con el mundo físico se refere:

...implica la habilidad progresiva para poner en práctica los procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de indagación científica...significa reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora como construcción social del conocimiento a lo largo de la historia...implica la diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento, y la utilización de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y al desarrollo tecnológico (MEC O. ECI, 2007, p. 31494).

O documento considera que esta competência implica a capacidade de por em prática os processos e atitudes próprios da investigação e indagação científica, bem como reconhecer as vantagens e os limites do conhecimento científico. Significa reconhecer a Ciência como uma construção social ao longo dos tempos, reconhecer os valores éticos associados ao funcionamento e desenvolvimento científico-tecnológico. Todos estes aspetos são evidências do que é a Ciência, como se constrói, como funciona, quais são as suas relações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e, portanto, trata-se de um episódio explícito quanto à natureza do conhecimento científico-tecnológico.

Os resultados da análise efetuada aos DOE, relativamente à dimensão *Conhecimentos (C)*, permitem-nos constatar que, embora esta dimensão não seja muito representativa, foram identificados episódios maioritariamente explícitos. Também podemos dizer que, na dimensão *Conhecimentos (C)*, as referências CTSA, apesar de serem poucas, podem ser claramente entendidas por qualquer professor. Relativamente a esta dimensão, onde os DOE expressam mais ideias CTSA, é no que se refere às mudanças nas condições de vida das pessoas relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos (indicador C.P3.b). Consideramos que esta situação se deve ao facto do programa da Educação Primária do 3ºCiclo em Espanha contemplar o tema/unidade didática: Objetos, máquinas e novas tecnologias, no qual são abordados aspetos relacionados com os avanços tecnológicos. Estes resultados permitem-nos constatar que, embora os DOE omitam aspetos relacionados com situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (indicador C.P2.a), ou com os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos (indicador C.P3.c), ou mesmo com o carácter provisório e evolutivo do conhecimento científico (C.P5.b) e com o trabalho dos cientistas (C.P5.c.), qualquer professor que consulte estes documentos tem algumas referências claras sobre *que Ciências ensinar* na perspetiva CTSA, ainda que sejam poucas e que não se referiram a todos os indicadores presentes no instrumento de análise, situação idêntica à que se verificou para os Documentos Oficiais Portugueses.

4.1.2.3 - Dimensão Procedimentos Metodológicos

Recordamos que a dimensão *Procedimentos Metodológicos (PM)* integra apenas um **parâmetro PM.P1**, que se refere à *Natureza e diversidade de atividades e*

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

estratégias de ensino, o qual, foi desdobrado nos indicadores PM.P1.a. (*Propõe a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula*), PM.P1.b. (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA*) e PM.P1.c. (*Propõe o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA*).

Relativamente a esta dimensão, nos Documentos Oficiais Espanhóis, apenas se registaram 3 episódios explícitos para o indicador PM.P1.a. e 1 episódio, também explícito, para o indicador PM.P1.c., como se apresenta na tabela 21. No que concerne ao indicador PM.P1.b não foram identificados quaisquer episódios/unidades de análise.

Tabela 21: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/parâmetro da dimensão Procedimentos Metodológicos – DOE.

Dimensão: Procedimentos Metodológicos (PM)				
Parâmetro		Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino (PM.P1)		
Indicador (n=3)		PM.P1a	PM.P1b	PM.P1c
Episódios	E	3	0	1
	I	0	0	0
Total		3	0	1

Relativamente ao indicador PM.P1.a. (*Propõe a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula*) foi identificado um episódio explícito no documento *Orden ECI/2211/2007* na secção Tercer Ciclo – Criterios de evaluación, na qual é sugerido que os alunos devem “Presentar un informe, utilizando soporte papel y digital, sobre problemas o situaciones sencillas, recogiendo información de diferentes fuentes (directas, libros, Internet), con diferentes medios (lupa binocular, microscopio...) siguiendo un plan de trabajo y expresando conclusiones” (MEC O. ECI, 2007, p. 31507).

Outra unidade de análise/episódio explícito relativo ao indicador PM.P1.a. foi identificado na secção Orientaciones metodológicas y para la evaluación, que sugerem:

El uso de bibliotecas y de las tecnologías de la comunicación y de la información son indisociables hoy de cualquier aprendizaje y en esta área adquieren una importancia singular por la cantidad de información que requiere manejar. El uso de estos recursos ha de ser planificado como un contenido

inherente al área: enciclopedias en la red, procesadores de texto, han de formar parte de la actividad escolar (MEC O. ECI, 2007, p. 31508).

Tal como o episódio anterior, este excerto incentiva o aluno para a manipulação de vários recursos, nos quais as tecnologias de informação e comunicação estão incluídas.

No documento *Decreto 40/2007*, na área do Conocimiento del medio natural, social y cultural, foi possível identificar um episódio relacionado com o indicador PM.P1.c. (*Propõe o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA*). O documento refere:

La didáctica del área debe tener presente que la progresión educativa del alumnado en esta etapa parte de lo subjetivo (global e indiferenciado), con base en las experiencias vividas, hasta alcanzar representaciones más objetivas y racionales (diferenciadas y múltiples) a través de: el desarrollo de estrategias comunicativas (diálogos, encuestas, entrevistas o debates); y, de la observación, descripción y representación de aspectos relacionados con el medio natural y la sociedad...(Decreto 40, Junta de Castilla y León, 2007, p.9857).

Este texto sugere que, nesta etapa educativa, se deve partir de conceitos mais gerais e com base nas experiências de vida dos alunos (Sociedade-Ciência) para conceitos científicos mais complexos. Para isso, deve-se recorrer a estratégias de ensino variadas, tais como debates, questionários, entrevistas, diálogos, etc. sobre questões relacionadas com o meio natural e social (relação Sociedade-Ambiente-Ciência), e portanto, a ideia do indicador é apresentada de forma clara e evidente.

Dos resultados da análise efetuada aos DOE, relativamente à dimensão *Procedimientos Metodológicos* (PM), constatamos que os episódios CTSA identificados são todos explícitos, ainda que em número muito reduzido. Além disso, quase todos estes episódios se referem ao indicador PM.P1.a. (utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula) e, portanto, não se relacionam diretamente com a perspetiva CTSA. Assim, fica apenas 1 episódio explícito relacionado com o indicador PM.P1.c. onde é possível perceber sugestões CTSA.

Embora pouco representativos quanto aos Procedimientos Metodológicos de índole CTSA, os DOE partem da ideia de que o melhor método para ensinar Ciências, é através de uma aprendizagem construtivista, na qual o aluno desempenha um papel ativo. No documento *Decreto 40/2007* é possível ler-se que “Desde el aula se favorecerá

la implicación del alumno y el continuo desarrollo de una inquietud por la observación, la búsqueda activa, la investigación, la organización y la autonomía” (Decreto 40, Junta de Castilla y León, 2007, p.9856). Apesar de serem sugeridas atividades e estratégias de ensino que envolvem ativamente o aluno, estas atividades não são propostas para se explorarem as relações CTSA, nem são realizadas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

Estes resultados permitem-nos constatar que, os DOE quase não sugerem referências explícitas sobre o *como ensinar Ciências* na perspetiva CTSA e, portanto, não ajudam os professores a pôr em prática estratégias e atividades de ensino como por exemplo a pesquisa e investigação científica de forma a explorar as relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

4.1.3 – Síntese dos resultados - Comparação entre os Documentos Oficiais portugueses e os Documentos Oficiais espanhóis

Da análise que efetuámos verificou-se que a perspetiva CTSA está contemplada quer nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP), quer nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE), com número de episódios não muito diferente, 80 nos DOP e 67 nos DOE, como pode observar-se na tabela 22, onde se regista o número de episódios por dimensão nos Documentos Oficiais Curriculares dos dois países.

Tabela 22: Comparação do número de episódios por dimensão, nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP) e nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE).

Dimensão	DOP	DOE
Finalidades (F)	43 (53,8%)	43 (64,2%)
Conhecimentos (C)	25 (31,3%)	20 (29,9%)
Procedimentos Metodológicos (PM)	12 (15%)	4 (6,0%)
Total	80 (100%)	67(100%)

A observação da tabela 22 permite perceber que, em valores absolutos, quer nos DOP, quer nos DOE, a dimensão que contempla mais episódios é a dimensão *Finalidades* (F), como já referimos anteriormente, curiosamente com igual número, 43 episódios. Também para a dimensão *Conhecimentos* (C), o número de episódios é bastante semelhante nos Documentos Oficiais de Portugal e de Espanha, 25 episódios nos DOP e 20 nos DOE. O mesmo não acontece com a dimensão *Procedimentos*

Metodológicos (PM), embora seja a menos representativa em ambos os documentos, nos DOP identificamos 12 episódios e nos DOE apenas 4 episódios. Apesar de algumas semelhanças, a relação entre o número de episódios por dimensão, nos DOP e nos DOE, é ligeiramente diferente.

Nos DOP, os episódios da dimensão *Finalidades* (F) representam 53,8% do total de episódios identificados, enquanto os episódios da dimensão *Conhecimentos* (C) correspondem a 31,3% e os episódios da dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM) correspondem a 15%.

No caso dos DOE, os episódios da dimensão *Finalidades* (F) representam 64,2% do total de episódios identificados, enquanto os episódios da dimensão *Conhecimentos* (C) representam 29,9%, e os episódios da dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM) apenas 6%.

De acordo com estes resultados, e como já tínhamos assinalado de forma individualizada, aquando da análise dos DOP e dos DOE, percebemos que ambos os documentos valorizam mais a dimensão *Finalidades*, e menos a dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM). Contudo, enquanto nos DOE, a dimensão *Finalidades* (F) adquire mais relevo, no cômputo geral das evidências CTSA, e diminui consideravelmente a dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM), nos DOP, esta diferença é mais equilibrada. A partir dos dados apresentados percebemos que, os Documentos Oficiais dos dois países, no que diz respeito ao *porquê ensinar Ciência*, são bastante enfáticos pois os dois apontam para a necessidade de desenvolver nos alunos, para além de capacidades cognitivas, capacidades atitudinais e competências pessoais e sociais.

Porém, embora os Documentos Oficiais Curriculares portugueses e espanhóis enfatizem a abordagem da Ciência de forma integrada, relacionada com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente relativamente ao *porquê ensinar Ciência*, são pouco alusivos à abordagem CTSA no que diz respeito a *que Ciência ensinar* e a *como ensinar Ciência*. No que concerne a *que Ciência ensinar* (dimensão Conhecimentos) tanto os DOP, como os DOE, fazem recomendações limitadas, ou seja, fornecem pouca informação acerca dos conhecimentos/conteúdos considerados essenciais para os alunos como, por exemplo, conteúdos com potencial interesse para os alunos; que tenham relevância social e que envolvam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente; temas com impacto pessoal, local e global e que realcem a necessidade de compreender a natureza

do conhecimento científico-tecnológico, as suas vantagens e limitações e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente.

O mesmo acontece com o *como ensinar Ciência* (dimensão Procedimentos Metodológicos), quer os DOP, quer os DOE incluem poucas referências quanto aos procedimentos a utilizar para concretizar as aprendizagens dos alunos segundo a abordagem das Ciências de índole CTSA. Apesar disso, há uma diferença com algum significado entre os dois documentos, os DOP evidenciam mais sugestões de concretização das relações CTSA que proporcionarão sugestões mais claras para os professores concretizarem esta abordagem em sala de aula.

Para uma melhor perceção, e rápida comparação, dos dados dos dois países, quer em número de episódios, quer em grau de explicitação, iremos apresentá-los também em gráfico. Primeiro apresentamos um gráfico com os dados globais (gráfico da figura 14), seguido de gráficos por dimensão/indicadores. Nestes gráficos por dimensão/indicadores (figuras 15, 16 e 17) (discriminando o número de episódios por indicador) é possível obter evidências mais completas e comparativas entre os Documentos Oficiais (DO) dos dois países, no que respeita às Orientações Curriculares na perspetiva CTSA.

Assim, o gráfico da figura 14 apresenta o número de episódios explícitos e implícitos identificados por dimensão, Finalidades (F), Conhecimentos (C) e Procedimentos Metodológicos (PM), nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP) e nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE).

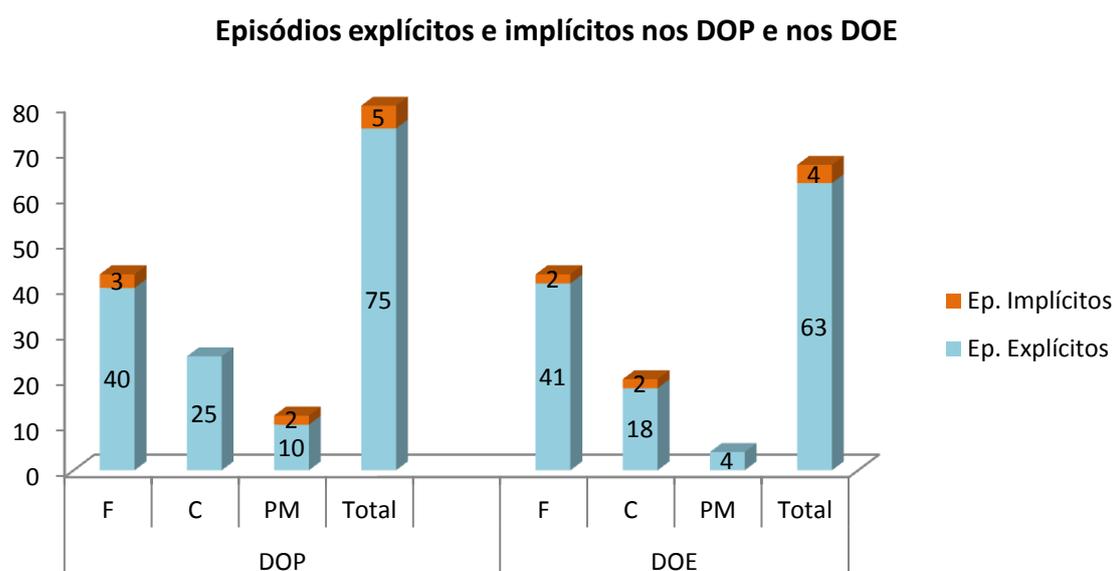


Figura 14: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão (Finalidades (F), Conhecimentos (C) e Procedimentos Metodológicos (PM)), nos DOP e nos DOE

Pela observação do gráfico da figura 14, percebe-se bem aquilo que temos vindo a referir, quase todos os episódios identificados são explícitos. Nos DOP, 75 episódios explícitos e 5 implícitos, e nos DOE, 63 episódios explícitos e 4 implícitos. Observando o gráfico, aparentemente, os DOP parecem ser mais explícitos do que os DOE no que diz respeito à abordagem CTSA, pois apresentam mais episódios explícitos. Apesar desta constatação, a relação entre os episódios explícitos e implícitos em ambos documentos (DOP e DOE) é bastante idêntica. Nos DOP, os episódios explícitos correspondem a 93,8% do total de episódios identificados, e os episódios implícitos correspondem a 6,3%. No caso dos DOE, os episódios explícitos correspondem a 94,0% do total de episódios identificados nos DOE, e os episódios implícitos representam 6,0%. Estes resultados permitem-nos constatar que, tanto nos DOP, como nos DOE, as referências à perspetiva CTSA estão claramente expressas, podendo ser facilmente percebidas pelos professores.

Vejamos, agora, o número de episódios explícitos e implícitos identificados nos dois documentos, mas discriminados por dimensão/indicadores.

O gráfico da figura 15 apresenta esses dados no que se refere à dimensão *Finalidades*.

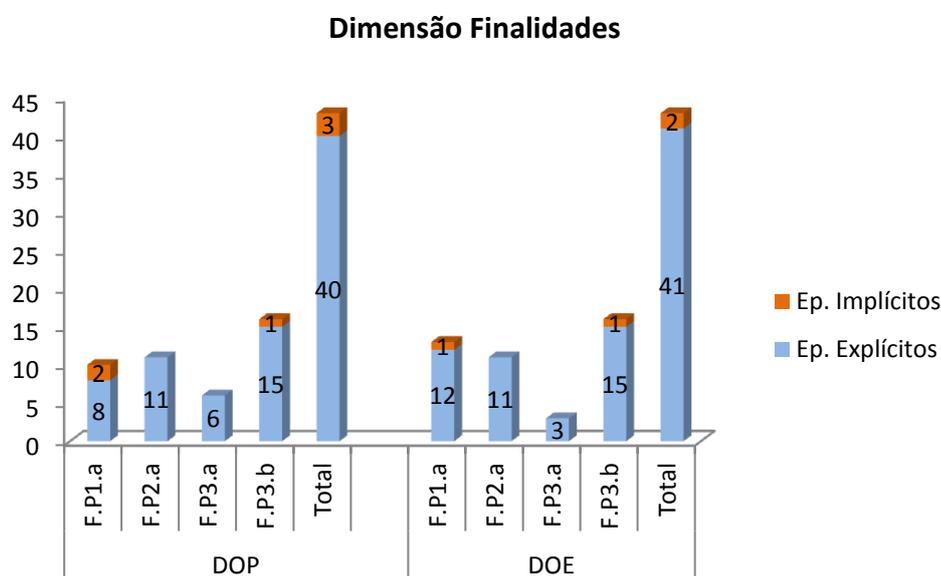


Figura 15: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão Finalidades, nos DOP e nos DOE.

Como se pode constatar pelo gráfico da figura 15 é evidente o paralelismo entre o número de episódios por indicador e também o grau de explicitação desses episódios (explícitos/implícitos) nos dois documentos (DOP e DOE). Também se percebe

facilmente, que ambos enfatizam a necessidade de promover o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente (indicador F.P3.b), bem como de fomentar o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos (F.P2.a.). Ou seja, tanto os DOP, como os DOE, parecem valorizar as mesmas competências e ter iguais preocupações sociais e ambientais, pois foram identificadas várias evidências que apontam para a necessidade de desenvolver nos alunos princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, quer individuais, quer coletivas. Igualmente, parece que as Orientações Curriculares dos dois países apontam, e com idêntica explicitação, para a necessidade de desenvolver decisões conscientes e informadas face à ação humana no ambiente, bem como o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente, embora se restrinjam a escala local. Voltamos a repeti-lo, os resultados permitem constatar que os professores portugueses e espanhóis têm referências, não só claras, mas também em número apreciável, sobre o *porquê ensinar Ciências* na perspetiva CTSA.

O gráfico da figura 16 apresenta o número de episódios explícitos e implícitos por indicador, identificados nos DOP e nos DOE, no que se refere à dimensão **Conhecimentos**.

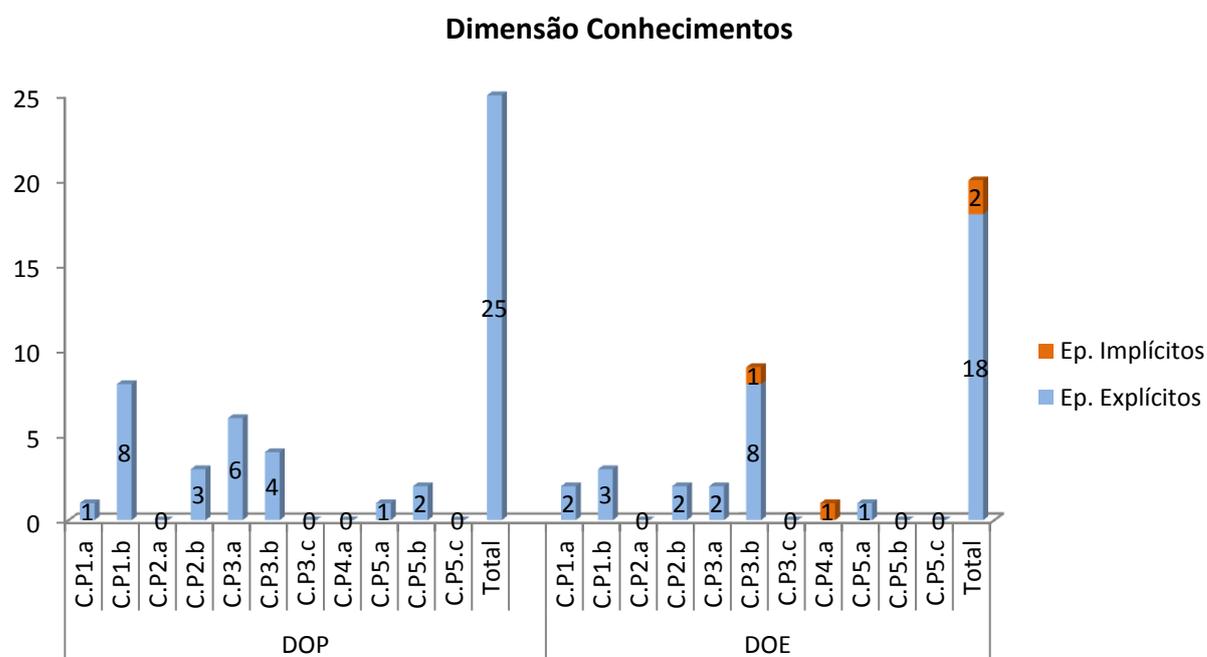


Figura 16: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão Conhecimentos, nos DOP e nos DOE.

Quando se comparam os Documentos Oficiais de Portugal e de Espanha relativamente à dimensão Conhecimentos (C), relacionada com os conteúdos CTSA considerados essenciais para os alunos (gráfico da figura 16), mais uma vez se constata um grande paralelismo entre as Orientações Curriculares dos dois países. Foram identificados poucos episódios nos dois documentos, todos explícitos nos DOP, e quase todos explícitos nos DOE. Verifica-se também algum paralelismo em relação aos indicadores que apresentam mais episódios ou, mesmo, ausência de episódios.

Apesar do paralelismo evidente, relativamente a esta dimensão, os DOP expressam mais ideias CTSA no que se refere à discussão de temas científicos em função da sua utilidade social (indicador C.P1.b.) e às relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia (indicador C.P3.a), dando por isso bastante realce a temas CTSA que permitem tornar a Ciência mais motivante, interessante e mais útil para os alunos e menos desfasada da realidade, permitindo-lhes tomar decisões e resolver problemas ao nível da Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Por sua vez, os DOE, embora também expressem ideias CTSA relacionadas a utilidade social dos temas científicos (indicador C.P1.b.), enfatizam mais as mudanças nas condições de vida das pessoas relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos (indicador C.P3.b), talvez pelo facto de este tema fazer parte do programa da Educação Primária do 3ºCiclo em Espanha e, por isso, põem em relevo as influências dos avanços da Ciência e da Tecnologia nas condições de vida das pessoas.

No diz respeito a *que Ciência ensinar* (dimensão *Conhecimentos*), tanto nos DOP, como nos DOE, foram identificadas várias referências claras e evidentes que apontam para a necessidade de contextualizar o ensino das Ciências partindo dos conhecimentos prévios dos alunos e do seu dia-a-dia (indicador C.P1.a), e para as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, embora omitam os seus impactos na Sociedade e no Ambiente (indicador CP2.b). De realçar também a referência, nos dois documentos, à necessidade de abordar a natureza e história da Ciência e/ou a diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos, referindo-se à Ciência como uma construção social que procura resolver problemas reais do quotidiano (indicador C.P5.a), embora o façam de forma pontual e isolada.

Ainda relacionadas com a natureza do conhecimento científico, nos DOP, foram identificadas algumas referências claras relativas ao carácter não dogmático do conhecimento científico (indicador C.P5.b), informando que a construção do conhecimento científico é de carácter provisório e evolutivo.

Quanto à exploração de conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber, onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA (indicador C.P4.a), não foi identificada qualquer referência nos DOP. Nos DOE, é apenas apontada de forma implícita e isolada uma única referência que sugere que o conhecimento científico deve ser abordado de forma articulada com outros campos do conhecimento, o que pressupõe a compreensão das relações CTSA.

Pela observação do gráfico da figura 16, também podemos constatar que, quer os DOP, quer os DOE, omitem aspetos relacionados com situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (indicador C.P2.a), com os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos (indicador C.P3.c), e com o trabalho dos cientistas (C.P5.c.). Os documentos não sugerem referências acerca das influências/avanços que a Ciência e a Tecnologia sofreram dadas as pressões, quer negativas, quer positivas, da Sociedade e do Ambiente; não informam acerca de situações socio-ambientais, passadas ou recentes, para as quais foi necessário investigar novas soluções científico-tecnológicas; e também não se referem às questões éticas e morais relacionadas com o trabalho dos cientistas, bem como possíveis pressões que este pode sofrer.

Como já referimos, os dados permitem perceber o paralelismo nos documentos dos dois países, no que se refere à ausência de episódios em alguns indicadores, ou ao número reduzido em outros. Este paralelismo permite-nos constatar que a concretização dos aspetos relacionados com a discussão de temas científicos socio-controversos, a natureza da ciência e as relações recíprocas CTSA, bem como relacionados com o carácter e a construção do conhecimento científico e as características e os valores ético-morais dos científicos e do seu trabalho são mais difíceis de pôr em prática, para quem os elabora, por serem considerados aspetos mais complexos e, portanto, a sua adaptação ao nível da Educação Básica requer uma atenção e cuidado especial.

Do resultado desta análise, percebemos que ambos os documentos apresentam algumas referências CTSA claras e evidentes essencialmente relacionadas com a utilidade da Ciência e da Tecnologia e com as relações entre a Ciência e a Tecnologia e a influência dos seus avanços nas mudanças sociais. Porém, são pouco expressivos, e/ou omissos, nomeadamente, no que respeita aos aspetos relacionados com a natureza da Ciência (o carácter e a construção do conhecimento científico, as características, os valores éticos e morais dos científicos, o trabalho coletivo dos cientistas, etc..) e a discussão de temas científicos socialmente controversos e relevantes, em particular

aqueles nos quais a Sociedade e o Ambiente influenciam os avanços da Ciência e da Tecnologia.

No entanto, podemos dizer que as referências CTSA, relacionadas com *que Ciências ensinar* (dimensão Conhecimentos), podem ser claramente entendidas por qualquer professor que consulte estes documentos (DOP e DOE), ainda que sejam poucas e que não se referiram a todos os indicadores presentes no instrumento de análise.

O gráfico da figura 17 apresenta o número de episódios explícitos e implícitos por indicador, identificados nos DOP e nos DOE, relativamente à dimensão *Procedimentos Metodológicos*.

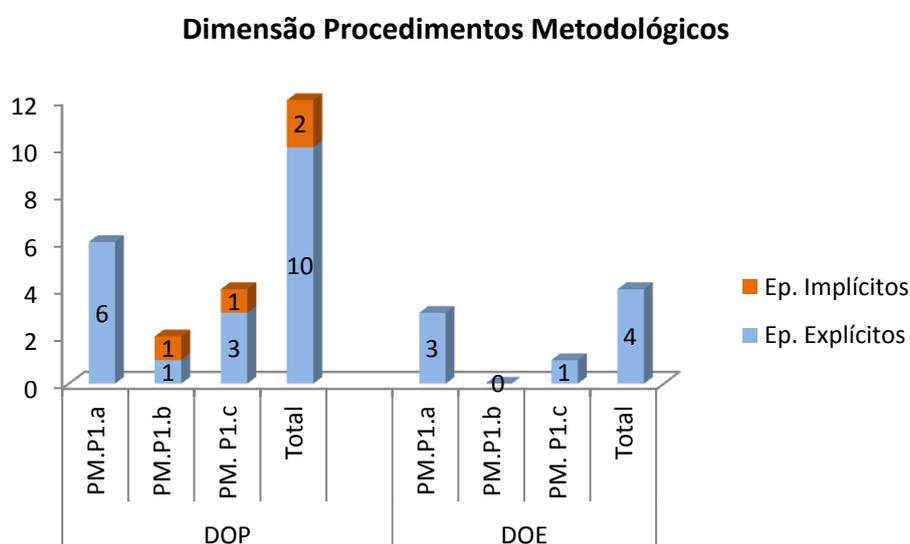


Figura 17: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão Procedimentos Metodológicos nos DOP e nos DOE.

O gráfico da figura 17 mostra-nos que, relativamente à dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM), apesar de não terem sido identificados muitos episódios CTSA, salientamos que, mais uma vez, são maioritariamente explícitos. Sendo mesmo exclusivamente explícitos nos DOE. No entanto, e apesar de consideramos que são insuficientes em ambos os documentos (recordamos que a maior parte destes episódios se refere ao indicador PM.P1.a. - utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula - que não se relaciona diretamente com a perspetiva CTSA, ainda

que permita desenvolver competências necessárias à sua compreensão), são mais numerosos nos DOP.

Se os DOP pouco propõem sugestões de realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo, etc., para se explorar as relações CTSA (indicador PM.P1.b) ou atividades que envolvam o aluno em debates, resolução de problemas, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA (indicador PM.P1.c), e quando o fazem, geralmente, referem-se a situações relacionadas com o meio ambiente, nos DOE, estas sugestões são quase inexistentes (apenas 1 episódio explícito do indicador PM.P1.c.).

Estes resultados permitem-nos constatar que estes documentos pouco orientam os professores para a necessidade pôr em prática estratégias e atividades de ensino de índole CTSA.

Em efeito, de acordo com os resultados expostos e à luz do quadro teórico estabelecido, reconhecemos que os Documentos Oficiais Curriculares analisados realçam claramente a *Educação em Ciência* (relacionada com os conhecimentos científicos e as relações entre eles) e a *Educação pela Ciência* (relacionada com a capacidade de aprender a fazer Ciência, desenvolvimento de atitudes e valores que contribuem para a formação social do aluno enquanto cidadão participativo, ativo, responsável e consciente). A *Educação sobre Ciência* (relacionada com a capacidade de distinguir o conhecimento científico de outras formas de conhecimento o que pressupõe a compreensão da relações CTSA e a compreensão do processo de construção do conhecimento científico e tecnológico) é menos realçada.

Do exposto, podemos dizer que os Documentos Oficiais Curriculares de Portugal e de Espanha, não são totalmente consentâneos com as recomendações sugeridas internacionalmente (descritas no capítulo 2), que dão ênfase à introdução nos currículos de aspetos relacionados com a natureza da Ciência e com as relações CTSA, uma vez que, embora sejam explícitos quanto a algumas referências CTSA identificadas, estes documentos enfatizam pouco e/ou omitem alguns destes aspetos.

Terminamos apresentando uma tabela onde se pode apreciar-se uma visão global e comparativa do número de episódios explícitos (E) e implícitos (I), por indicador/parâmetro de cada dimensão, *Finalidades* (F), *Conhecimentos* (C) e *Procedimentos Metodológicos* (PM), para os Documentos Oficiais Portugueses – DOP e para os Documentos Oficiais Espanhóis – DOE (tabela 23).

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

Tabela 23: Número de episódios explícitos e implícitos, por parâmetro/indicador, contemplados nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP) e nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE).

Dimensão /Parâmetro/Indicador			DOP					DOE						
			E		I		Total	E		I		Total		
Finalidades (F)	F.P1 – Desenvolvimento de Capacidades.	F.P1.a	8	10,0%	2	2,5%	10	12,5%	12	17,9%	1	1,5%	13	19,4%
	F.P2 – Desenvolvimento de atitudes e valores.	F.P2.a	11	13,8%	0	0,0%	11	13,8%	11	16,4%	0	0,0%	11	16,4%
	F.P3 – Educação cidadania, sustentabilidade e ambiente.	F.P3.a	6	7,5%	0	0,0%	6	7,5%	3	4,5%	0	0,0%	3	4,5%
		F.P3.b	15	18,8%	1	1,3%	16	20,0%	15	22,4%	1	1,5%	16	23,9%
Total/Finalidades			40	50,0%	3	3,8%	43	53,8%	41	61,2%	2	3,0%	43	64,2%
Conhecimentos (C)	C.P1 - Pertinência do enfoque dos temas/conteúdos.	C.P1.a	1	1,3%	0	0,0%	1	1,3%	2	3,0%	0	0,0%	2	3,0%
		C.P1.b	8	10,0%	0	0,0%	8	10,0%	3	4,5%	0	0,0%	3	4,5%
	C.P2 - Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos.	C.P2.a	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
		C.P2.b	3	3,8%	0	0,0%	3	3,8%	2	3,0%	0	0,0%	2	3,0%
	C.P3 – Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais.	C.P3.a	6	7,5%	0	0,0%	6	7,5%	2	3,0%	0	0,0%	2	3,0%
		C.P3.b	4	5,0%	0	0,0%	4	5,0%	8	12,0%	1	1,5%	9	13,5%
		C.P3.c	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	C.P4 - Diversidade de temas/conteúdos científicos.	C.P4.a	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	1,5%	1	1,5%
		C.P5.a	1	1,3%	0	0,0%	1	1,3%	1	1,5%	0	0,0%	1	1,5%
	C.P5 – Natureza do conhecimento científico-tecnológico.	C.P5.b	2	2,5%	0	0,0%	2	2,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
		C.P5.c	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Total/Conhecimentos			25	31,3%	0	0,0%	25	31,3%	18	26,9%	2	3,0%	20	29,9%
Procedimentos Metodológicos (PM)	PM.P1 – Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino.	PM.P1.a	6	7,5%	0	0,0%	6	7,5%	3	4,5%	0	0,0%	3	4,5%
		PM.P1.b	1	1,3%	1	1,3%	2	2,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
		PM.P1.c	3	3,8%	1	1,3%	4	5,0%	1	1,5%	0	0,0%	1	1,5%
Total/Procedimentos Metodológicos			10	12,5%	2	2,5%	12	15,0%	4	6,0%	0	0,0%	4	6,0%
Total/Documentos Oficiais			75	93,8%	5	6,3%	80	100%	63	94,0%	4	6,0%	67	100%

4.2 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares de Ciências portuguesas e espanholas (2ª fase do estudo)

Na análise dos manuais escolares portugueses e espanhóis adotaram-se os mesmos procedimentos (ver secção 6.1.2. do capítulo 3). No caso dos manuais escolares de Ciências portuguesas do 5º ano de escolaridade, como já dissemos anteriormente, e pelas razões que já referimos, apresentamos os resultados da análise efetuada num estudo anterior (Fernandes, 2011) que usaremos, juntamente com os resultados da análise aos manuais escolares de Ciências portuguesas de 6º ano de escolaridade, para comparação com os dados obtidos pela análise aos manuais de Ciências espanholas de 5º e 6º curso.

Na apresentação dos resultados, primeiro damos a conhecer os dados globais (número de episódios CTSA identificados nos manuais escolares) em função de cada uma das dimensões, dimensão A (*Discurso/informação facultada*) e dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem*), consideradas no instrumento de análise. Depois é feita uma discriminação do número de episódios explícitos e implícitos por indicador/dimensão. Por último, faremos a discussão conjunta dos dados obtidos para os Manuais Escolares Portugueses (MEP) e para os Manuais Escolares Espanhóis (MEE).

4.2.1 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de Ciências de 5º ano

Da análise efetuada aos manuais escolares portugueses de 5º ano percebermos que todos contemplavam a perspetiva CTSA embora de forma diferente (tabela 24).

Tabela 24: Incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de 5º ano.

Incorporação da Perspetiva CTSA		Manuais escolares portugueses (5º ano)					
		5ºMP1	5ºMP2	5ºMP3	5ºMP4	5ºMP5	5ºMP6
Presente	De forma integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas ao longo das diferentes unidades temáticas	x	x				x
	Em secções próprias denominadas CTSA ou com outra designação	x	x	x	x	x	x
Ausente		----	----	----	----	----	----

Nos manuais 5ºMP1, 5MP2 e 5ºMP6, a abordagem CTSA era incluída de forma integrada nos conteúdos didáticos e/ou nas atividades propostas ao longo das diferentes unidades temáticas e ainda em secções próprias, denominadas CTSA. Nos restantes manuais, 5ºMP3, 5ºMP4 e 5ºMP5, a perspetiva CTSA aparece contemplada em secções denominadas CTSA ou com outra designação, mas «estanques», geralmente no início ou no fim da unidade, transmitindo a mensagem de ser algo «à parte».

Pareceu-nos estranho que nos manuais 5ºMP1, 5MP2 e 5ºMP6, em que a abordagem CTSA aparece de forma integrada nos conteúdos didáticos e/ou nas atividades propostas, apareçam secções que se designam como CTSA. Não percebemos esta duplicação, porque é que os autores destes manuais consideraram que a perspetiva CTSA deveria ser abordada e explorada em secções próprias, tendo expressado relações CTSA, de forma mais ou menos clara, ao longo das unidades. Saliemos que nessas secções CTSA (e até com outras designações), por vezes distribuídas ao longo das várias unidades temáticas e outras vezes no final das mesmas, se verificou que a perspetiva CTSA estava integrada e relacionada com os conteúdos científicos. Talvez os autores destes manuais considerem a educação CTSA tão importante na formação das crianças deste nível etário que acharam necessário enfatizá-la em secções próprias. Também temos que admitir uma outra hipótese, é que os autores não se tenham consciencializado que ao elaborar o texto/atividades expressaram relações CTSA.

Independentemente da forma como a abordagem CTSA é incorporada nos manuais escolares de 5º ano, quer ao longo das unidades temáticas, quer em secções próprias, nem sempre é feita com o mesmo grau de explicitação. Assim, na secção que segue apresentam-se os resultados da análise feita aos manuais escolares portugueses de 5º ano de Ciências que permitiu aferir, para além do número/representatividade dos indicadores contemplados, a natureza/grau de explicitação desses indicadores.

Resultados da análise feita aos manuais escolares portugueses de Ciências de 5º ano:

A análise feita aos manuais escolares portugueses de 5º ano permitiu perceber que a perspetiva CTSA está contemplada na dimensão A (*Discurso/informação facultada*) e na dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem*), embora não com igual representatividade. Esses resultados apresentam-se na tabela 25.

Tabela 25: Número de episódios por dimensão nos manuais escolares portugueses de 5ºano.

Dimensão	MEP
A – Discurso/informação facultada	155
B – Atividades de ensino/aprendizagem	42
Total	197

Os resultados obtidos evidenciam que foram identificados 197 episódios, sendo a dimensão A mais representativa, com 155 episódios, e a dimensão B menos representativa, com 42 episódios.

Para uma melhor perceção dos resultados acrescentamos uma apresentação dos dados em gráfico (figura 18), que permite observar, de forma fácil e claramente perceptível, o número de episódios por indicador/dimensão identificados nos manuais analisados.

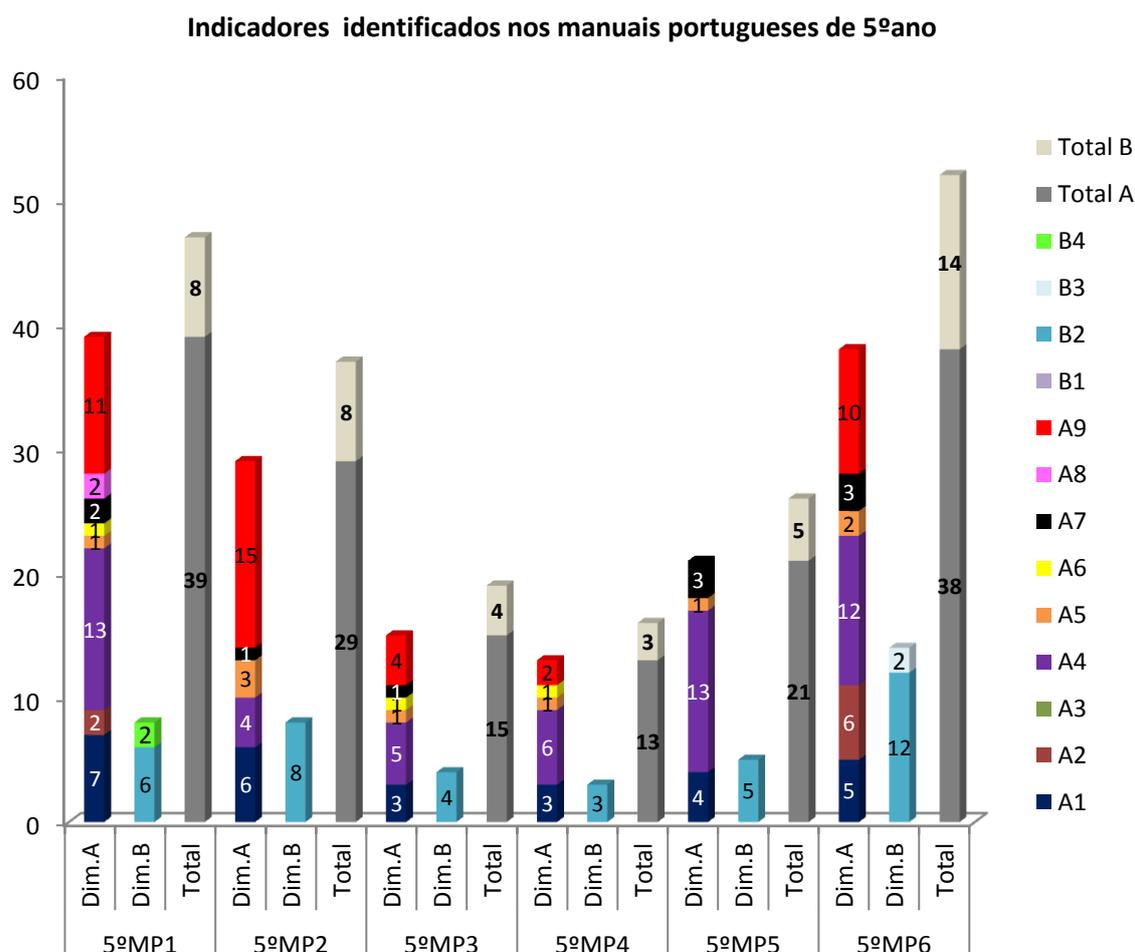


Figura 18: Número de indicadores por dimensão (A e B) identificados nos manuais escolares portugueses de 5ºano de Ciências.

Olhando para os manuais de forma individualizada e considerando em separado as duas dimensões de análise, verificamos que no conjunto dos manuais escolares analisados, destaca-se a presença de determinados indicadores em detrimento de outros.

O manual 5ºMP6 registou 38 episódios relativos à dimensão A, sendo os indicadores mais identificados o A4 (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*), com 12 episódios, e o A9 (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico*), com 10 episódios. Na dimensão B, no total de 14 episódios, 12 fazem parte do indicador B2 (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*) e 2 do indicador B3 (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, ..., para se explorar, compreender e avaliar as interações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro*).

No manual 5ºMP1, relativamente à dimensão A, o indicador mais identificado é o A4, com 13 episódios, seguido do A9, com 11 episódios. Ao todo, neste manual, identificam-se 39 episódios referentes a esta dimensão. A dimensão B apresenta 8 episódios dos quais 6 são do indicador B2. Este manual é o que evidencia maior variedade de indicadores. Dos 9 indicadores que compõem a dimensão A, identificaram-se 8 e dos 4 indicadores que compõem a dimensão B, identificaram-se 2.

No manual 5ºMP2, a dimensão A regista 29 episódios, sendo o indicador mais identificado o A9, com 15 episódios. Relativamente à dimensão B, identificam-se 8 episódios pertencentes ao indicador B2. Apesar do número razoável de episódios relativos à dimensão B, estes referem-se ao mesmo indicador, B2.

O manual 5ºMP5, apesar de evidenciar 26 episódios, é o que apresenta menos indicadores, apenas 5 no total, 4 da dimensão A e apenas 1 da dimensão B. Apesar disso, o indicador A4 está bastante representado, com 13 episódios.

Os manuais 5ºMP3 e 5ºMP4 são aqueles onde se identificou menor número de episódios CTSA, 19 no 5ºMP3 e apenas 16 no 5MP4. Apesar do número reduzido de episódios, há alguma variedade de indicadores no que diz respeito à dimensão A, com 6 e 5 indicadores respetivamente. Relativamente à dimensão B, e tal como nos outros

manuais (com exceção do manual 5ºMP1 em que há variedade de dois indicadores) apenas está representado o indicador B2.

Mas nem sempre a perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de 5ºano está presente com o mesmo grau de explicitação, como fomos admitindo ao longo da apresentação. Assim, para clarificarmos esses dados apresentamos os gráficos das figuras 19 e 20, onde se percebe o número de episódios CTSA, explícitos e implícitos, por manual (figura 19), e discriminados por dimensão em cada manual (figura 20)

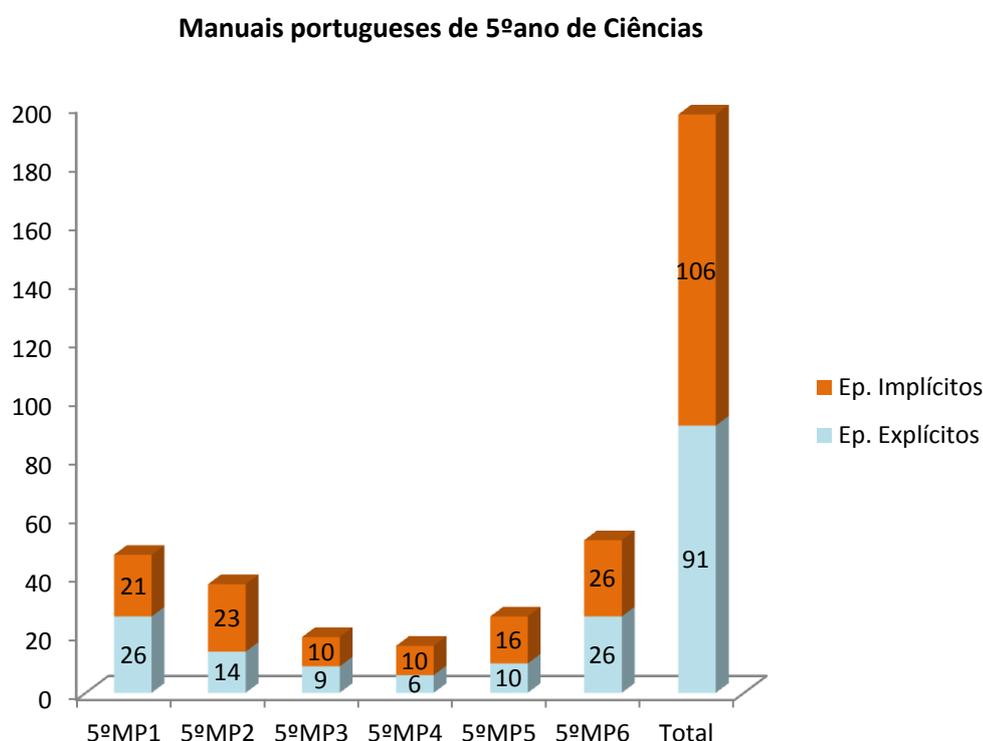


Figura 19: Número de episódios explícitos e implícitos nos manuais escolares portugueses de 5ºano de Ciências.

A observação do gráfico da figura 19 permite-nos constatar que, nos 6 manuais considerados, dos 197 episódios identificados, 106 são implícitos e apenas 91 são explícitos, sendo número de episódios explícitos/implícitos variável por manual. Estes dados permitem-nos uma outra constatação, é que apesar do número de episódios por indicador ser relevante em alguns manuais, muitos deles são implícitos, o que quer dizer que as relações CTSA não são claramente expressas e, conseqüentemente, claramente perceptíveis por professores e/ou alunos.

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

Já tínhamos dito que o manual que contempla mais episódios é o 5ºMP6, com 52 episódios, verificamos agora que muitos deles (igual número) são implícitos. No entanto o manual 5ºMP1, com 47 episódios, apresenta mais episódios explícitos do que implícitos (26 explícitos e 21 implícitos). O manual 5ºMP2, com 37 episódios, apresenta apenas 14 explícitos e 23 implícitos. Nos restantes manuais (5ºMP3, 5ºMP4, 5ºMP5) o número de episódios implícitos é superior ao número de episódios explícitos, sendo o manual 5ºMP4 aquele que contempla menos episódios, apenas 16 no total, dos quais 10 são implícitos.

A observação do gráfico da figura 20 permite uma perceção mais “fina” e pormenorizada da distribuição dos episódios explícitos e implícitos, não só por manual, mas por cada uma das dimensões consideradas: a dimensão do discurso e a dimensão das atividades.

Episódios por dimesão nos manuais de 5ºano de Ciências

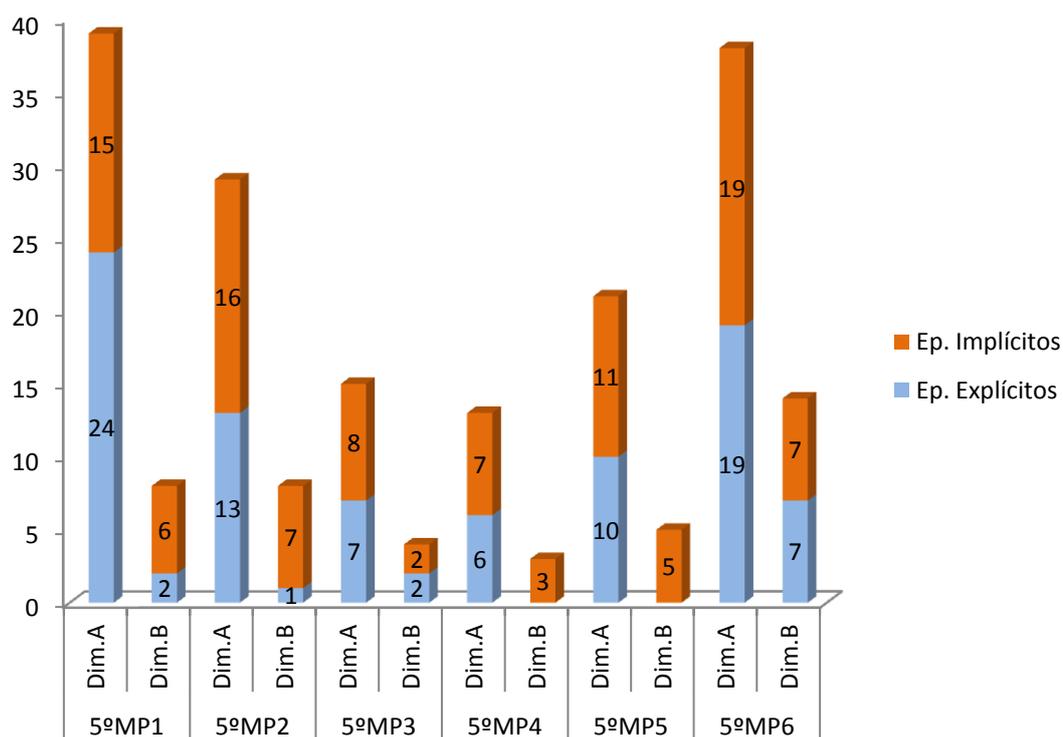


Figura 20: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão nos manuais escolares portugueses de 5º ano de Ciências.

Da observação do gráfico da figura 20 verifica-se que, apesar de ser o manual 5ºMP1 aquele que mais utiliza um discurso/informação (dimensão A) que promove a

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

Educação em Ciências segundo a perspetiva CTSA, com 24 episódios explícitos (e 15 implícitos) seguido do 5ºMP6, com 19 episódios explícitos (e igual número de implícitos), e do 5ºMP2, com 13 episódios explícitos (e 16 implícitos), aquele que mais promove atividades de índole CTSA (dimensão B), é o manual 5ºMP6, com 7 episódios explícitos e 7 implícitos, seguido do manual 5ºMP1, com 2 episódios explícitos (e 2 implícitos) e do 5ºMP2, com 1 episódio explícito (e 7 implícitos).

Na tabela 26 apresenta-se uma visão de conjunto de todos os dados obtidos pela análise dos manuais escolares portugueses de ciências, do 5º ano de escolaridades, no que diz respeito à perspetiva CTSA. É possível apreciar uma visão global do número de episódios explícitos (E) e implícitos (I) por dimensão e por indicador.

Tabela 26: Episódios explícitos e implícitos por indicador, contemplados nos manuais escolares portugueses de 5ºano (Fernandes, 2011).

		Indicadores (n = 13)													Total episódios por manual
Manual	Episódio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	
5ºMP1	E	7	0	0	7	1	1	1	2	5	0	0	0	2	26
	I	0	2	0	6	0	0	1	0	6	0	6	0	0	21
5ºMP2	E	4	0	0	3	3	0	0	0	3	0	1	0	0	14
	I	2	0	0	1	0	0	1	0	12	0	7	0	0	23
5ºMP3	E	3	0	0	1	0	1	0	0	2	0	2	0	0	9
	I	0	0	0	4	1	0	1	0	2	0	2	0	0	10
5ºMP4	E	3	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	6
	I	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	3	0	0	10
5ºMP5	E	3	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	10
	I	1	0	0	8	0	0	2	0	0	0	5	0	0	16
5ºMP6	E	4	2	0	7	1	0	1	0	4	0	6	1	0	26
	I	1	4	0	5	1	0	2	0	6	0	6	1	0	26
Total episódios por indicador	E	24	2	0	23	7	3	3	2	15	0	9	1	2	197
	I	4	6	0	30	2	0	7	0	27	0	29	1	0	
	T	28	8	0	53	9	3	10	2	42	0	38	2	2	

No conjunto dos manuais portugueses de 5ºano estudados, dos 13 indicadores contemplados no instrumento de análise, identificámos 11, 8 da dimensão A e 3 da dimensão B. Contudo, o número de episódios identificado em alguns indicadores é bastante reduzido e noutros encontram-se na sua maioria na forma implícita.

Relativamente à dimensão A (Discurso/informação facultada), o indicador com mais episódios é o indicador A4 (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*), com 53

episódios, seguido do indicador A9 (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da interação CTSA bem como o pensamento crítico*), com 42 episódios, e do indicador A1 (*Explora os tópicos de Ciências em função da utilidade social*), com 28 episódios. O indicador A3 (*No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias, autónoma e voluntariamente. (ii) mudar as suas opiniões. (iii) fazer analogias. (iv) dar explicações*) não manifesta nenhum episódio e os restantes indicadores contemplam um número de episódios compreendidos entre um mínimo de 2 e um máximo de 10. Destes, o indicador A8 (*Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade*) é aquele que contempla menos episódios (2 episódios).

No que diz respeito à dimensão B (Atividades de ensino/aprendizagem), o indicador que apresenta mais episódios é o indicador B2 (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*), com 38 episódios, seguido dos indicadores B3 (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, de laboratório, ..., para se explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro*) e B4 (*Apresenta, no final das atividades propostas, situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos, onde estejam presentes as interações CTSA,*) com apenas 2 episódios cada um. O indicador B1 (*Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifestem as interações CTSA*) não manifesta qualquer episódio em nenhum dos manuais.

4.2.2 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de Ciências de 6º ano

Os manuais escolares portugueses de Ciências de 6ºano de escolaridade foram identificados como 6ºMP1, 6ºMP2, 6ºMP3, 6ºMP4, 6ºMP5 e 6ºMP6.

A primeira leitura efetuada aos manuais escolares de 6ºano permitiu-nos verificar que a perspetiva CTSA estava presente em todos eles, tal como se verificou

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

nos manuais escolares de Ciências de 5ºano. Estes resultados apresentam-se na tabela 27.

Tabela 27: Incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares portugueses de 6º ano.

Incorporação da Perspetiva CTSA		Manuais escolares portugueses (6ºano)					
Indicadores		6ºMP1	6ºMP2	6ºMP3	6ºMP4	6ºMP5	6ºMP6
Presente	De forma integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas ao longo das diferentes unidades temáticas	x	x				x
	Em secções próprias denominadas CTSA ou com outra designação	x	x	x	x	x	x
Ausente		---	---	---	---	---	---

À semelhança do que se constatou para os manuais escolares de 5ºano, também em alguns os manuais de 6ºano, 6ºMP1, 6ºMP2 e 6ºMP6, a perspetiva CTSA aparece integrada nos conteúdos didáticos e/ou nas propostas de atividades ao longo das unidades temáticas e, ainda, em secções denominadas CTSA ou com outra designação. Nos manuais 6ºMP3, 6ºMP4 e 6ºMP5, a perspetiva CTSA apenas aparece contemplada em secções denominadas CTSA ou com outra designação.

Tal como se verificou para os manuais escolares de 5ºano, também pareceu-nos estranho que nos manuais 6ºMP1, 6ºMP2 e 6ºMP6, em que a abordagem CTSA aparece de forma integrada nos conteúdos didáticos e/ou nas atividades propostas, apareçam secções que se designam como CTSA. Ora, como os manuais escolares de 5º e 6ºano de Ciências representam as mesmas editoras e os seus autores são os mesmos, mais uma vez, não percebemos porque é que estes autores consideraram que a perspetiva CTSA deveria ser abordada e explorada em secções próprias, tendo expressado relações CTSA, de forma mais ou menos clara, ao longo das unidades. Tal como já referimos, julgamos que talvez estes autores considerem necessário enfatizar a educação CTSA em secções próprias dado o nível etário dos alunos, ou, ainda, que não se tenham consciencializado que ao elaborar o texto/atividades expressaram relações CTSA.

Depois de percebermos que a perspetiva CTSA estava presente nos manuais escolares portugueses de Ciências de 6ºano, e tal como fizemos para o 5º ano, procuramos saber a ênfase por dimensão (dimensão A - *Discurso/informação facultada*

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

e dimensão B - *Atividades de ensino/aprendizagem propostas*). Esses resultados apresentam-se na tabela 28.

Tabela 28: Número de episódios por dimensão nos manuais escolares portugueses de 6ºano.

Dimensão	MEP
A – Discurso/informação facultada	105
B – Atividades de ensino/aprendizagem	30
Total	135

Os resultados obtidos evidenciam que foram identificados 135 episódios nos manuais escolares portugueses de 6ºano, sendo a dimensão A (*Discurso/informação facultada*) a mais representativa, com 105 episódios, e a dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem*) a menos representativa, com 30 episódios.

Estes resultados globais parecem indicar que os manuais escolares portugueses de 6ºano fornecem, aos professores e alunos, um discurso/informação de índole CTSA. Contudo, a perspetiva CTSA não está igualmente representada no discurso/informação dos vários manuais, como iremos constatar de seguida. Para além disso, as atividades de ensino/aprendizagem com sugestões CTSA estão bem menos presentes, com propostas em número reduzido. Parece que os autores dos manuais escolares têm mais dificuldade em propor sugestões de atividades de Ensino/Aprendizagem na perspetiva CTSA do que em incorporar esta perspetiva na informação que facultam (discurso que utilizam). Acreditamos que isso se deva, nomeadamente, à falta de formação de cariz CTSA, e não à falta de sensibilidade relativamente às interações entre a Ciência/a Tecnologia/a Sociedade/e o Ambiente.

Depois de verificarmos o número por episódios por dimensão nos vários manuais, procurámos saber qual era o manual com mais episódios por indicador. Se apreciarmos o gráfico da figura 21, podemos constatar, não só os indicadores identificados por manual, como o número de episódios vistos por indicador, nas duas dimensões consideradas.

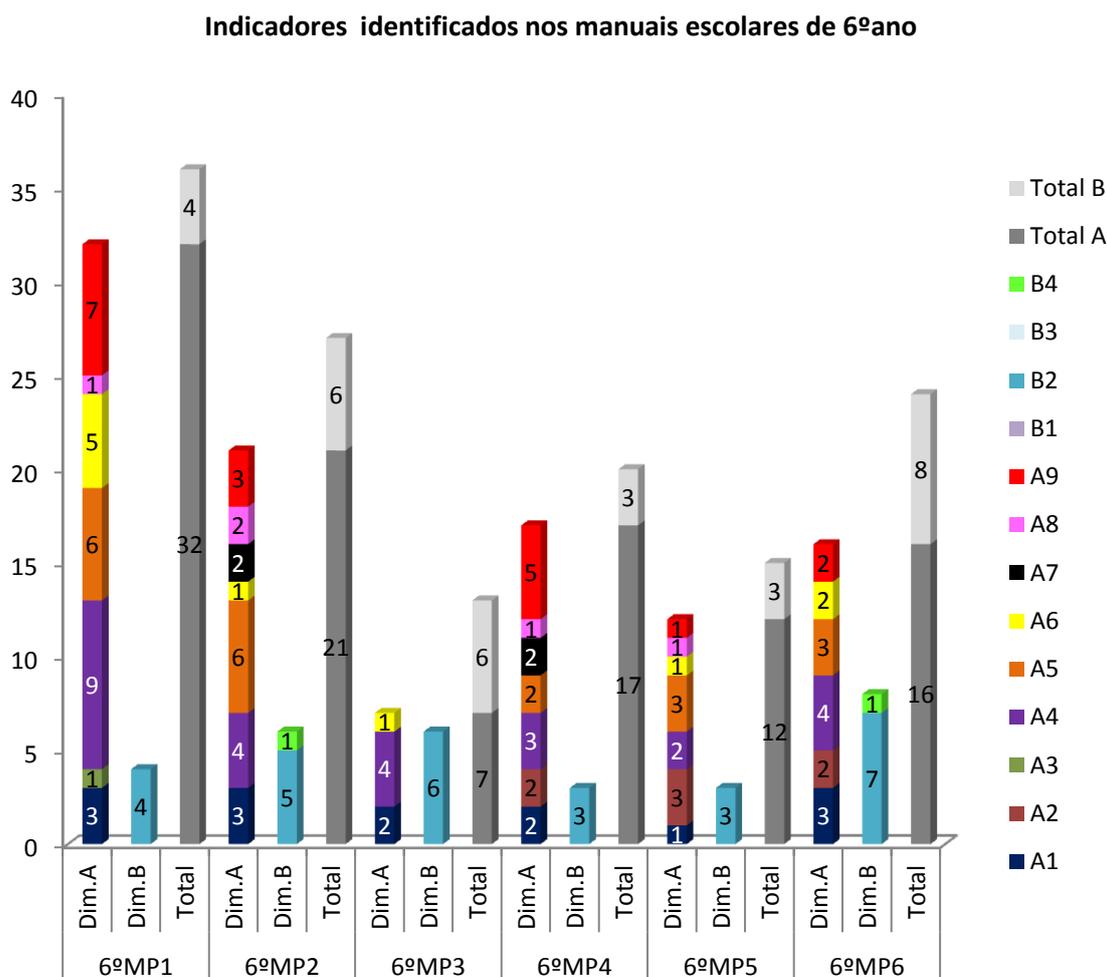


Figura 21: Número de indicadores por dimensão (A e B) identificados nos manuais escolares portugueses de 6ºano de Ciências.

Considerando as duas dimensões de análise em separado, no conjunto dos manuais de 6ºano analisados, é possível constatar que, no manual 6ºMP1 a dimensão A registou um total de 32 episódios, sendo o indicador A4 (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*) o mais identificado, com 9 episódios, e os indicadores A3 (*No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias, autónoma e voluntariamente, (ii) mudar as suas opiniões, (iii) fazer analogias, (iv) dar explicações*) e A8 (*Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas, confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade*) os menos identificados, como apenas 1 episódio cada um. Na dimensão B, as propostas de atividades apenas se relacionam com o indicador B2 (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, ..., para se explorar,*

compreender e avaliar as inter-relações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro), com 4 episódios.

No que diz respeito ao número de episódios relacionados com a dimensão A, segue-se o manual 6ºMP2, que regista 21 episódios, sendo os indicadores mais identificados o A5 (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*), com 6 episódios, e o indicador A4 com 4 episódios. Na dimensão B, foram identificados 6 episódios, 5 do indicador B2 e 1 episódio do indicador B4 (*Apresenta, no final das atividades propostas, situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos, onde estejam presentes as interações CTSA*).

O manual 6ºMP4 regista 17 episódios relacionados com a dimensão A, sendo o indicador mais presente o A9 (com 5 episódios), e apenas 3 episódios relacionados com a dimensão B, todos relativos ao indicador B2.

O manual 6ºMP6, na dimensão A regista 16 episódios, sendo o indicador mais identificado o A4, com 4 episódios. Relativamente à dimensão B, num total de 8 episódios, 7 fazem parte do indicador B2 e apenas 1 do indicador B4. Realçamos que este manual é aquele que apresenta mais sugestões de atividades CTSA, no entanto, elas referem-se, quase na totalidade, ao mesmo indicador, o B2 que é o mais enfatizado nos diferentes manuais.

Os manuais 6ºMP5 e 6ºMP3 são aqueles que apresentam menos episódios relacionados com a dimensão A (12 e 7 respetivamente), sendo que o manual 6ºMP3 apresenta um número de propostas de atividades CTSA (dimensão B) dos mais apreciáveis (6 episódios), ainda, mais uma vez, apenas relacionados com o indicador B2. Já o manual 6ºMP5, em conjunto com o 6ºMP4, são os que apresentam menos sugestões de atividades CTSA, com apenas 3 episódios.

Em jeito de síntese, após a apresentação destes dados, podemos dizer, que todos os manuais escolares portugueses de 6ºano de Ciências analisados apresentam evidências de indicadores das dimensões A e B, embora a presença de alguns deles seja muito reduzida. O manual 6ºMP2 é o que tem evidências de mais indicadores, 9 no total, 7 referentes à dimensão A (A1, A4, A5, A6, A7, A8, A9) e 2 referentes à dimensão B (B2, B4) e o manual 6ºMP3 é aquele que apresenta evidências de menos indicadores, apenas 4 no total, 3 da dimensão A (A1, A4, A6) e 1 da dimensão B (B2). Para além disso, e tal como aconteceu com os manuais escolares de 5ºano de escolaridade, muitos destes indicadores, na sua grande maioria, encontram-se de forma implícita, isto é, em muitos episódios nem sempre são abordados/explorados de forma

clara, precisa e explícita as inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, como se apresenta na secção que se segue.

4.2.2.1 – Natureza dos episódios (explícitos/implícitos) contemplados nos manuais escolares portugueses de 6ºano

A perceção, nos episódios de análise, do grau de explicitação (explícito/implícito) das ideias dos indicadores considerados no instrumento de análise parece-nos fundamental (como já anteriormente admitimos) tratando-se de manuais escolares. Estes são utilizados essencialmente pelos alunos, e assim, a clareza/explicitação das ideias/conceitos, tem de ser bastante evidente para serem perceptíveis e compreendidas por eles.

Assim, estudamos minuciosamente cada um dos manuais para determinar, nos episódios em que percebemos haver sugestões de relações CTSA, o grau de explicitação das ideias que anteriormente tínhamos expressado nos indicadores de análise. Considerámos importante apreciar, e assinalar, mesmo os episódios implícitos (aqueles que expressam a ideia do indicador de forma pouco clara, sendo as relações CTSA pouco evidentes e precisas, mas nos quais era possível identificar uma palavra, frase ou imagem, que pudesse levar à interpretação do indicador) pois, voltamos a repeti-lo, traduzem mensagens que um professor conhecedor da perspectiva CTSA pode aproveitar para interpretar e dar sentido à ideia suscitada por esses episódios, reconhecendo nelas potencialidades para trabalhar/explorar com os alunos as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

De seguida, fazemos a apresentação pormenorizada dos resultados do estudo para cada um dos manuais de Ciências do 6ºano, apresentando, por indicador/manual, um ou dois episódios.

4.2.2.1.1 - Análise do manual escolar 6ºMP1

No **manual 6ºMP1**, em que a perspectiva CTSA aparece integrada nos conteúdos e nas atividades, bem como em secções CTSA ou outras, os 32 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*) relacionam-se com os indicadores A1, A3, A4, A5, A6, A8 e A9 e os 4 episódios referentes à dimensão B (*Atividades*) relacionam-se com o indicador B2.

O indicador mais identificado é o A4, com 9 episódios, seguido do indicador A9, com 7 episódios, do indicador A5, com 6 episódios, e do indicador A6, com 5 episódios. Para os indicadores A1 identificaram-se 3 episódios, e para os indicadores A3 e A8 identificou-se apenas 1 episódio.

No que respeita ao **indicador A4** (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*) encontram-se evidências de 6 episódios explícitos e 3 implícitos. Vejamos alguns episódios deste indicador.

Como exemplo de um episódio explícito, apresentamos um texto que se encontra no final da unidade «Circulação do ar» numa secção designada «Saber cidadania». O texto informa:

“Milhares de velhos computadores provenientes dos países ricos acabam numa lixeira de Acra, a capital do Gana. São desmontados por crianças, no meio de fumos tóxicos, para recuperação de metais...As chamas devoram tudo...a cada inspiração, o ar queima os pulmões. Este lugar é um cemitério de computadores e outros aparelhos elétricos usados, vindos do mundo inteiro...Crianças aos milhares, vivem dos desperdícios da era da internet e muitos morrerão por causa disso... Estes materiais contêm uma imensidade de metais pesados....Quando o plástico arde, as crianças inalam substâncias cancerígenas...” (p. 76).

O texto transmite a ideia de ser um problema socio-ambiental e que os avanços científicos e tecnológicos têm impactos diferentes no mundo atual. Por um lado, impactos positivos, para aqueles que têm acesso aos computadores e outros aparelhos elétricos, por outro lado, impactos negativos, para as crianças dos países menos desenvolvidos (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). Junto com este texto, na margem superior esquerda do manual, encontram-se sugestões metodológicas para o professor que ajudam a compreender e a estabelecer as inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Estas sugestões informam que na era do conhecimento, a Sociedade atual acelera a sua marcha em direção ao progresso e à Tecnologia e que existe uma enorme quantidade de bens disponíveis, de fácil acesso, cujo consumo é apelativo. Propõem a reflexão sobre aspetos como: os bens produzidos não chegam a todos (relação Tecnologia-Sociedade); a evolução implica custos elevados para o Planeta (relação Ciência-Tecnologia-Ambiente); os malefícios causados pelos desperdícios afetam mais as populações desfavorecidas (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Estas sugestões são claras para os professores,

porém, consideramos que por se tratar de uma informação contida no final da unidade, possa passar despercebida a muitos professores ou lhes transmita a ideia de que está «para além» do conteúdo e que é optativo explorá-la (não é preciso).

Outro exemplo de um episódio explícito deste indicador (A4) aparece num texto da página 122 e seguinte, numa secção CTSA, relacionado com as plantas e a qualidade do ar. Vejamos alguns extratos do texto, que também são acompanhados de imagens sugestivas: “a fotossíntese diminui os níveis de dióxido de carbono do ar e aumenta os níveis de oxigénio...as plantas, e outros organismos que realizam a fotossíntese, são muito importantes para a manutenção da qualidade do ar e da vida da maioria dos seres vivos... [relação Ciência-Sociedade-Ambiente] ...nos locais como as grandes cidades e zonas industriais, é necessária e a existência de parques, jardins e florestas para que as plantas (...) possam consumir dióxido de carbono e produzir grandes quantidades de oxigénio, fazendo a renovação do ar [relação Tecnologia-Sociedade-Ambiente] ...o ozono, gás que nos protege das radiações solares nocivas, resulta da transformação de parte do oxigénio libertado pelas plantas durante a fotossíntese [relação Ciência-Sociedade-Ambiente] ...os oceanos melhoram a qualidade do ar, pois neles existem grandes quantidades de algas, algumas microscópicas, que realizam a fotossíntese [relação Ciência-Tecnologia-Ambiente].” (p.122). Juntamente com estes extratos de texto, nos quais é possível perceber as relações CTSA, aparece uma secção «curiosidade» que apresenta a informação de que estudos recentes descobriram um novo «pulmão», contrariando o que até então se pensava ser o «pulmão do mundo» - A Amazónia. Partindo do pressuposto que o planeta Terra é formado, na sua maioria por água, esta informação é bastante explícita, pois permite desenvolver nos alunos uma atitude crítica, e fundamentada cientificamente, bem como compreender as vantagens deste conhecimento para a Sociedade e para o Ambiente. Como forma de ampliar esta informação acerca da importância das plantas, na página seguinte, numa secção CTSA, é apresentado aos alunos um texto informativo relacionado com as características do álamo, uma árvore capaz de garantir a produção de biocombustível. O texto refere que os cientistas procuram desvendar os segredos de uma árvore -o álamo- para obter uma fonte de biocombustível. O texto apresenta informação do conhecimento científico e tecnológico quando refere que “o álamo tem uma grande capacidade para capturar a energia solar e transformá-la em madeira e biomassa” (p. 123). Os cientistas querem criar um «superálamo» e para isso “adicionaram diferentes tipos de cogumelos às raízes de algumas espécies, que ajudarão as árvores a crescerem mais robustas e rapidamente”

(p.123). Desta forma será possível obter mais biomassa para a produção de biocombustível (relação Ciência-Ambiente-Sociedade). O texto acrescenta que os cientistas consideram que “os álamos são armazenadores de carbono, e têm uma taxa elevada de crescimento. E se conseguirmos fazer uma conversão fácil de biomassa em biocombustível, podemos evitar até 90% de emissão de gases com efeito de estufa, em comparação com a gasolina” (p. 123). Neste texto são evidentes as relações que se estabelecem entre o conhecimento científico-tecnológico e o ambiente e a sociedade. Consideramos que esta informação explícita permite desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas ambientais e sociais provenientes do uso desmedido dos derivados do petróleo, como é o caso da gasolina, que poluem o Ambiente e tem consequências para a Sociedade.

Como exemplo de um episódio implícito do indicador A4, apresentamos o texto que se encontra no final da unidade «Importância das plantas para o mundo vivo», numa secção em articulação com outras áreas. No texto pode ler-se: “Nos últimos anos tem aumentado a área florestal ocupada pelo eucalipto, o que está associado ao crescimento da indústria de pasta de celulose. O fabrico de papel é importante para a economia do nosso país, mas os especialistas discutem se este aumento é benéfico para a floresta portuguesa” (p. 131). O texto apresenta informação que permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais (crescimento da economia do nosso país) e ambientais (empobrecimento dos solos da floresta portuguesa devido ao eucalipto), embora o faça de forma implícita e pouco clara para os alunos. A exploração do texto permite que aluno compreenda que o crescimento da indústria de pasta de papel depende da produção do eucalipto (relação Tecnologia-Ambiente). Por outro lado, também permite que o aluno perceba que o fabrico de papel é importante para a economia (relação Ambiente-Sociedade). Porém, o texto não esclarece que é devido às características do eucalipto, que empobrece o solo, que os especialistas discutem acerca do aumento de produção de eucalipto, que sendo tão importante para a indústria e para a economia, não é benéfico para a floresta portuguesa (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

O **indicador A9** (*informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da interação CTSA bem como o pensamento crítico*) apresenta sete evidências/episódios todos explícitos. Damos como exemplo um texto identificado no final da unidade «Transporte de nutrientes e oxigénio

até às células», numa secção CTSA, relacionado com o coração. No texto informa-se que:

Christiaan Barnard...foi o cirurgião que efetuou com êxito o primeiro transplante de coração, em 1967. Nessa época os transplantes já tinham sido realizados com outros órgãos. Mas esse transplante foi o pioneiro de uma já longa história de sobreviventes com um coração novo, doado por outra pessoa. Três décadas após o primeiro transplante...o cardiocirurgião francês Alain Carpentier anunciou a construção do coração artificial mais parecido com o humano. É uma máquina composta por tecido animal e peças de titânico, que usa a tecnologia de orientação de mísseis para identificar e reagir a alterações da pressão sanguínea. O cientista acredita que, em breve, o coração mecânico possa estar a bombear sangue humano, a salvar vidas” (p. 92).

O texto é explícito pois permite compreender que a investigação científico-tecnológica se tem preocupado com o bem da Sociedade. O texto contém informação explícita relativa ao conhecimento científico e aos avanços da tecnologia que permitiram a criação do coração artificial (relação Ciência-Tecnologia). O texto também fomenta a compreensão das relações CTA, bem como o pensamento crítico, uma vez que a informação é explícita relativamente ao uso da coração artificial e dos seus benefícios/vantagens para a Sociedade (relação Ciência/Tecnologia-Sociedade).

Os indicadores A5 e A6 apresentam 6 e 5 evidências/episódios, respetivamente.

Relativamente ao **indicador A5**, relacionado com *exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*, encontra-se um episódio incluído na unidade «Reprodução humana e crescimento». O texto informa o aluno que durante a gravidez, a futura mãe deve ter alguns cuidados especiais, entre os quais ir a consultas médicas e realizar ecografias periodicamente, para o médico vigiar a saúde da mãe, o estado de desenvolvimento do bebé e detetar anomalias (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). O texto dá como exemplo de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia a ecografia e, na página seguinte do manual, amplia e explora esta informação numa secção CTSA, onde se refere:

Até alguns anos a mulher grávida só podia imaginar o bebé que esperava. Agora, devido à técnica de ultrassonografia é possível visualizar o feto, acompanhar o desenvolvimento, crescimento, saber o sexo e detetar anomalias. A ecografia utiliza esta técnica – ondas sonoras (ultrassons), que atravessam o organismo e vão sendo refletidas nas estruturas que encontram. O eco...é detetado através de um sistema computadorizado que transforma os sons em imagens. Graças ao avanço da tecnologia, além das ecografias convencionais é agora possível ver o feto a três dimensões...” (p. 147).

O texto é explícito relativamente à relação que se estabelece entre a Ciência-Tecnologia-Sociedade, bem como às vantagens que os avanços científicos e tecnológicos têm para a Sociedade, como é o caso da saúde das grávidas e dos bebés.

Um outro episódio que evidencia o indicador A5 é o caso do texto que se encontra no final da unidade «Micróbios» numa secção designada «Em articulação com...» e relacionado com pragas, doenças e biodiversidade. Os alunos são informados que os fungos e os insetos são uma dor de cabeça para os viticultores, pois causam doenças nas vinhas (relação Sociedade-Ambiente). Como exemplos de tecnologias recentes aplicadas no dia-a-dia o texto refere que os fungicidas e os inseticidas são um remédio imediato para este problema. Além desta solução, o texto sugere que uma outra alternativa seria “plantar manchas vegetais diferentes junto das vinhas... criar zonas que funcionem como reservatório de espécies que combatem as pragas de doenças. Por exemplo, insetos, como as joaninhas, que se alimentam de ácaros e de pequenas larvas” (p. 184). Apesar de estarem presentes as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, elas não são claramente esclarecidas e evidentes aos olhos dos alunos. O texto não explora, por um lado, as vantagens que as joaninhas têm quer para o Ambiente, quer para a Sociedade, e por outro, os inconvenientes que os fungicidas e inseticidas têm para o Ambiente e para a Sociedade, quando usados em demasia.

O manual 6ºMP1 é o que evidencia mais episódios do **indicador A6**, relacionado com *as vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente*. As evidências deste indicador, embora predominem em secções designadas CTSA ou *Saber Cidadania*, geralmente no fim das unidades, todas elas são explícitas. Como exemplo de um episódio deste indicador, apresentamos um texto que se encontra numa secção *Saber Cidadania*, no fim da unidade «Os alimentos como veículo de nutrientes» e está relacionado com os alimentos transgénicos. O texto começa por informar os alunos que os alimentos transgénicos são Organismos Geneticamente Modificados (OMG), com características diferentes dos originais, pois são alterados ao nível dos genes (relação Ciência-Tecnologia-Ambiente). O texto também refere:

...Como cada vez se cultivam mais OMG e mais se utilizam na indústria de alimentos e na alimentação de animais, há também mais necessidade de controlar e regulamentar as suas utilizações. Os investigadores não estão ainda de acordo quanto às vantagens destas técnicas: uns consideram que o seu efeito nos seres humanos não está suficientemente estudado e que é mais prejudicial

do que benéfico, outros acham que só assim se poderá melhorar a segurança alimentar e salvar da fome os países subdesenvolvidos, tendo em conta que a população mundial cresce assustadoramente e ao mesmo tempo diminui a terra arável (p. 41).

A informação contida no texto é explícita pois refere que os alimentos transgênicos podem salvar da fome muitos países subdesenvolvidos, mas que também podem ter desvantagens para a Sociedade (relação Ciência-Sociedade). Apesar de explícito, o texto poderia ser aproveitado para esclarecer que estas técnicas de alteração de alimentos têm vantagens para o Ambiente, como é o caso dos OMG que são mais resistentes às pragas, mas também têm desvantagens, como por exemplo, a eliminação de outras espécies benéficas como abelhas, minhocas, animais e outras plantas, alterando desta forma o ecossistema (relação Ciência-Tecnologia-Ambiente).

O **indicador A1**, *relacionado com a exploração dos tópicos de ciências em função da utilidade social*, manifesta três episódios explícitos. Como exemplo de um episódio deste indicador apresentamos o texto que se encontra incluído na unidade «Micróbios» e relaciona-se com os micróbios úteis ao Homem. O texto esclarece os alunos de que apesar de ser habitual associar o termo «micróbio» a algo de prejudicial, esta é uma ideia errada, pois existem muitos micróbios que são úteis, quer para o Homem, quer para toda a vida na Terra. Na página 173 do manual o texto informa acerca das ações benéficas de microrganismos, como por exemplo: no fabrico de alimentos: “Certas bactérias coagulam o leite, permitindo a obtenção do queijo, ou transformando-o em iogurte” (relação Ciência-Sociedade-Ambiente); na indústria farmacêutica: “A indústria farmacêutica usa determinadas espécies de microrganismos para produzir antibióticos, vitaminas e vacinas” (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente); na produção de energia: “...para a produção de biogás são utilizadas bactérias que decompõem os restos de animais e vegetais” (relação ciência-sociedade-ambiente); nos solos e na agricultura: “Na agricultura, alguns micróbios são usados para o combate a pragas” (relação Ciência-Sociedade-Ambiente). Os tópicos de ciências são explorados em função da utilidade social de forma explícita pois informam o aluno dos benefícios de alguns microrganismos, sendo evidente o papel da Ciência e da Tecnologia na qualidade de vida.

Os indicadores A3 e A8 apresentam apenas um episódio. Tome-se como exemplo um episódio de cada indicador.

Como exemplo do episódio do **indicador A3** (*No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias, autónoma e voluntariamente; (ii) mudar as suas opiniões; (iii) fazer analogias; (iv) dar explicações*), veja-se o texto que se encontra na unidade «Os alimentos» e numa secção CTSA. Os alunos são informados acerca de alguns problemas relacionados com a situação alimentar no mundo e a obesidade:

Estudos comprovam que o marketing e a publicidade aos produtos alimentares para as crianças afetam as suas preferências, condicionam a decisão de compra da família e os hábitos de consumo. As crianças são atraídas por alimentos que vendem a imagem de artistas ou oferecem brindes. Mas muitos destes alimentos têm excesso de gordura, açúcar e sal (p. 23)

Juntamente com o texto aparece um gráfico que informa o aluno acerca da prevalência de excesso de peso e obesidade em adolescentes nos países desenvolvidos. As informações contidas, quer no texto, quer no gráfico, são explícitas e permitem compreender a relação que existe entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, pois referem a influência que a Tecnologia de informação (marketing e a publicidade) tem nos maus hábitos alimentares da Sociedade, em particular nas crianças. A exploração do texto e do gráfico vai permitir aos alunos expor e confrontar ideias, bem como fazer analogias e dar explicações fundamentadas no conhecimento científico-tecnológico.

Como exemplo do episódio do **indicador A8** (*Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade*), veja-se o texto que se encontra numa secção CTSA incluída na unidade «Reprodução humana e crescimento». O texto tem como título «Fecundação *in vitro*» e relata que:

Esta é uma técnica de reprodução medicamente assistida que ajuda casais inférteis a conseguir uma gravidez. Consiste na obtenção de óvulos e na sua fecundação em laboratório, para serem depois introduzidos no útero da mulher. Este processo tem quatro etapas: 1 – Com medicamentos, estimula-se o desenvolvimento de vários óvulos na mulher, 2 – Recolhem-se os óvulos dos ovários utilizando uma técnica específica, 3 – Os óvulos são postos em contacto com espermatozoides, previamente recolhidos, para que se de a fecundação no laboratório, 4 – Obtido o zigoto, aguarda-se a formação do embrião, que é implantado no útero da mulher, prosseguindo uma gravidez normal (p. 134).

O texto é explícito relativamente aos métodos utilizados na fecundação *in vitro*, sendo claro no que respeita às etapas utilizadas, bem como quanto à sua utilização pela Sociedade no caso de infertilidade humana.

Relativamente à dimensão B (*Atividades*), encontram-se apenas 4 episódios implícitos do **indicador B2** (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*). Um exemplo é o que aparece numa secção «Saber Cidadania» no final da unidade «O sistema digestivo humano e de outros animais» e relaciona-se com algumas doenças, a Febre tifoide e a Cólera. É introduzido um texto que informa o aluno sobre algumas infeções que vão desde gastroenterites e intoxicações alimentares até à cólera e à febre tifoide, devido à contaminação de alimentos e água por vírus e bactérias, podendo causar epidemias. O texto informa também que a febre tifoide, ao contrário das intoxicações alimentares, é mais rara nos países industrializados. Juntamente com o texto é apresentado um mapa mundial que informa o aluno acerca da área de incidência endémica de febre tifoide e área comum de incidência de febre tifoide e de cólera. São, ainda, apresentadas duas imagens não legendadas que refletem a pobreza e a falta de condições de higiene e água potável de algumas pessoas/regiões. A atividade proposta ao aluno envolve um conjunto de três questões, sendo a primeira do tipo factual – “1) Por que razão as epidemias de cólera e de febre tifoide causam tão elevado número de mortes?” (p. 59). Esta questão não contribui para a Educação CTSA, apenas exige a interpretação direta do texto introdutório. As questões que se seguem envolvem debates e pesquisas que, embora de forma implícita, podem levar o aluno a pôr-se no lugar do outro e compreender as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. São elas: “2) Discute com os teus colegas e aponta as razões por que as doenças referidas se manifestam mais nas regiões assinaladas no mapa? 3) Com alguma frequência, ouvimos notícias sobre casos de intoxicações alimentares. Procura dados sobre essas situações e sobre como preveni-las?” (p. 59). Nestas questões estão implícitas as relações CTSA. Apesar do manual sugerir alguns sites sobre saúde pública para os alunos consultarem, deveria propor a exploração das questões juntamente com as imagens que são bastante sugestivas, permitindo ao aluno relacionar, por um lado, a prevalência de doenças, como a cólera e a febre tifoide, com as carências alimentares, a pobreza e as faltas de condições de higiene que existem nos países no terceiro mundo

(relação Ciência-Sociedade-Ambiente) e, por outro lado, as intoxicações alimentares mais comuns nos países industrializados (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

4.2.2.1.2 - Análise do manual escolar 6ºMP2

Recordamos que no **manual 6ºMP2**, a perspetiva CTSA aparece integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas ao longo das unidades temáticas e, ainda, em secções denominadas CTSA ou com outras designações. Como já referimos anteriormente, identificamos 21 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*), com evidências dos indicadores A1, A4, A5, A6, A7, A8 e A9, sendo o indicador A5 o mais representativo, com 6 episódios, seguido do indicador A4, com 4 episódios, e dos indicadores A1 e A9, com 3 episódios cada um. Dos restantes indicadores identificamos evidências em 2 ou 1 episódios. No que concerne à dimensão B (*Atividades*), com 6 episódios, o indicador B2 é o mais representado, com 5 evidências, e o indicador B4, com 1 única evidência.

Em relação ao **indicador A5** relacionado com *exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*, veja-se como exemplo o episódio que se encontra numa secção «Para saber mais...Ciência, Tecnologia e Sociedade», incluído na unidade «Os alimentos como veículo de nutrientes» e relacionado com a higiene e segurança alimentar. O texto dá exemplos de técnicas aplicadas nos processos de conservação dos alimentos e enumera algumas como a fumagem, a secagem e a aplicação de conservantes tradicionais, que são ilustradas com imagens explicativas. O texto é bastante explícito quanto às vantagens destas técnicas para a Sociedade (relação Ciência-Sociedade). O texto informa também que “À medida que a tecnologia foi avançando, os métodos usados na conservação foram, igualmente, evoluindo. Em nossas casas é comum usarmos produtos alimentares conservados por técnicas que envolvem a ação do frio ou do calor, como, por exemplo, a congelação, a esterilização e a ultrapasteurização” (p. 26, V1). As imagens explicativas acerca destas técnicas possibilitam a compreensão das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

Também nesta unidade didática, encontra-se um outro episódio do indicador A5, referenciado como uma curiosidade na página 44 do manual escolar. Este exemplo, ao contrário do anterior apresenta-se como uma evidência de um episódio implícito:

O pâncreas produz uma substância chamada insulina, que regula o transporte e a assimilação de glicose – açúcar que fornece energia às células. Os doentes

com diabetes tipo I produzem insulina em quantidade insuficiente ou em qualidade deficiente. Como resultado, as células do organismo não conseguem absorver, do sangue, o açúcar necessário, ainda que o seu nível se mantenha elevado. Por isso, estes pacientes precisam medir o seu nível de glicose no sangue e injetar insulina diariamente” (p. 44, V1).

O texto é pouco claro quanto às técnicas recentes utilizadas na vivência do dia-a-dia, pois embora refira a necessidade de alguns pacientes injetarem insulina, não refere qual a técnica que o permite fazer. Porém, mostra uma imagem que ilustra um glicosímetro, mas não refere que se trata de um aparelho que serve para medir a glicose no sangue. O texto não realça a importância que este instrumento tem para os indivíduos diabéticos. Além disso, também não esclarece o aluno que antigamente um doente com diabetes dependia unicamente de exames laboratoriais para medir o nível de glicose. Porém, graças ao avanço científico e tecnológico, hoje em dia existem no mercado tecnologias recentes, como é o caso destes instrumentos, que permitem aos indivíduos diabéticos vigiar, em casa, problemas como estes, permitindo-lhes uma melhor qualidade de vida (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

No que se refere ao **indicador A4** que tem a ver com *o desenvolvimento de uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*, tome-se como exemplo de relações CTSA implícitas o que se encontra numa secção CTSA incluída no meio da unidade «Micróbios». Esta evidência do indicador A4 aparece na sequência da exploração do conteúdo científico relacionado com a utilidade dos micróbios. O texto refere que “...Uma das maiores catástrofes ambientais, com origem humana, de que há registo...aconteceu...quando uma plataforma petrolífera explodiu e o petróleo bruto contaminou, durante meses, vastas áreas do Oceano Atlântico e da costa do golfo do México. Os principais aliados no combate a esta catástrofe são os micróbios que se alimentam de hidrocarbonetos...” (p. 70, V2). Este excerto, apesar de apresentar informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico, bem como elucidar o aluno que o Homem é o principal causador de catástrofes ambientais, não refere quais as consequências que esta explosão de petróleo teve para o Ambiente e para a Sociedade. O texto poderia ser explorado para se compreenderem, por um lado, os danos provocados à vida marinha, que causaram riscos à biodiversidade de espécies de plantas e animais em extinção (relação Ciência-Ambiente) e, por outro lado, os danos provocados nas áreas à volta do local do acidente, que causaram prejuízos à pesca, ao turismo e à saúde pública (relação Ciência-

Tecnologia-Sociedade-Ambiente), e desta forma permitir desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais.

Como exemplo de um episódio do **indicador A9** relacionado com *informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico*, veja-se o texto que aparece no final da unidade «Importância das plantas para o mundo vivo» numa secção «Para saber mais...curiosidade». Trata-se de uma curiosidade que aborda conteúdos relacionados com as rolhas de cortiça e que ocupa uma página do manual. Os alunos são informados que a cortiça é a casca dos sobreiros e que estas árvores fazem parte dos montados, que são ecossistemas de que dependem vários animais. Além de apresentar uma imagem de um montado alentejano, o manual esclarece os alunos que estes ecossistemas “são um exemplo raro de equilíbrio entre o Homem e a natureza” (p. 136, V1), sendo, portanto, explícita a proteção destes espaços pelo Homem (relação Sociedade-Ambiente). O texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico-tecnológico pois refere e descreve o processo de industrialização das rolhas de cortiça. Além disso, este episódio é explícito e informa o aluno das vantagens da produção de cortiça, salientando a importância económica que os montados têm para o nosso país, sendo Portugal o maior produtor mundial de cortiça (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). Para terminar, o texto esclarece os alunos acerca das características da cortiça, sendo, explícita a relação que se estabelece entre a produção de cortiça e as vantagens para a Sociedade (excelente isolante térmico e acústico) e para o Ambiente (biodegradável, reciclável e reutilizável).

O **indicador A7** (*Identifica de diferentes realidades tecnológicas, evidenciando o modo como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais*) está representado neste manual por 2 episódios implícitos. Um exemplo encontra-se incluído na unidade «Reprodução das plantas», no volume 2 do manual, e apresenta-se como uma curiosidade aos alunos. No texto pode ler-se:

Há cerca de doze mil anos, alguns povos recolectores aperceberam-se que as sementes recolhidas na natureza poderiam originar novas plantas semelhantes àquelas que lhes deram origem, quando soterradas. A partir de então, os povos foram aperfeiçoando as suas técnicas de cultivo. As sementes de trigo e de centeio estão entre as mais utilizadas para suprir as necessidades alimentares dos primeiros povos agricultores, estando, por isso, na origem da revolução agrícola” (p. 38, V2).

Apesar do texto não ser claro quanto às diferentes realidades tecnológicas, esta informação é acompanhada por uma imagem que ilustra as técnicas de cultivo tradicionais e antigas. O texto salienta que as sementes de trigo e de centeio eram utilizadas para suprimir as necessidades alimentares dos primeiros povos agricultores, estando, por isso, na origem da revolução agrícola. Nesta informação está implícita a ideia de que foram as necessidades alimentares do povo que impulsionaram o aperfeiçoamento das técnicas de cultivo (relação Sociedade-Tecnologia). O texto também refere que as técnicas de cultivo foram aperfeiçoadas, mas não identifica diferentes realidades tecnológicas, embora esteja implícita a ideia, quando se refere à revolução agrícola. Também não esclarece a forma como estas realidades tecnológicas mudaram a vida das pessoas (relação Tecnologia-Sociedade). O texto poderia ser aproveitado para explorar que, na origem da revolução agrícola esteve uma Sociedade da época que se iniciou na comercialização de produtos agrícolas como, por exemplo, os cereais, o que exigiu novos avanços tecnológicos e a transição de métodos de produção artesanal para produção por máquinas, que melhoraram a qualidade de vida das pessoas. Desta forma seria possível explorar de forma clara e evidente as relações CTSA.

Como exemplo de um episódio do **indicador A8** (*Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas, confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade*) vejamos o texto relacionado com o sistema digestivo, em particular com as transformações do bolo alimentar no estômago. O texto salienta que:

Réaumur foi um cientista francês que tentou demonstrar a importância do estômago na digestão. Foi o primeiro a realizar digestão *in vitro*, para tal, utilizou sucos estomacais de aves. Mas, quando tentou digerir os alimentos em tubos de ensaio à temperatura ambiente, não conseguiu degradar os alimentos na totalidade...Duas décadas mais tarde, Spallanzani deu continuidade aos estudos de Réaumur...teve a preocupação de manter os tubos de ensaio a uma temperatura semelhante à corporal...O investigador verificou que, os alimentos sólidos eram totalmente liquefeitos...” (p. 41, V1).

Trata-se de um exemplo de um episódio implícito pois, embora se refira a uma prática experimental (digestão *in vitro*) mencionando o material utilizado, não clarifica as etapas e o porquê das decisões tomadas, nem confronta os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade.

O indicador A6 apenas regista 1 episódio e, uma vez que este indicador já foi explorado de forma idêntica no manual 6ºMP1, não o referimos novamente.

Na dimensão B (*Atividades*) encontram-se evidências dos indicadores B2 e B4.

O **indicador B2** (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, que levam o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*) é o mais representativo, com 5 episódios, dos quais 2 são explícitos. Vejamos um exemplo deste indicador. Trata-se de um episódio explícito que se encontra incluído na unidade «Transporte de nutrientes e oxigénio até às células». É proposta ao aluno uma atividade numa secção designada «Para saber mais...Ciência, Tecnologia e Sociedade» e que tem início com um pequeno texto introdutório. O texto fornece informação acerca de um coração artificial que parece humano. Trata-se de uma máquina com cerca de um quilograma de massa que tem Tecnologia de orientação de mísseis e que representa uma nova arma contra as doenças cardíacas. De seguida é proposto ao aluno que pesquise outros exemplos relacionados com o sistema circulatório e a Tecnologia, e que reflita sobre a importância da Tecnologia na Sociedade. Esta proposta de atividade é um exemplo de um episódio explícito, pois, embora não forneça orientações de pesquisa, permite desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada sobre questões onde se manifesta a relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, bem como refletir acerca das vantagens da Ciência e da Tecnologia para a Sociedade, como é o caso da criação deste coração artificial que pode melhorar a qualidade de vidas dos doentes cardíacos.

Relacionado com o **indicador B4** (*Apresenta, no final das atividades propostas, situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos, onde estejam presentes as interações CTSA*) apresentamos o único episódio implícito identificado no manual escolar 6ºMP2. Este episódio aparece numa questão incluída na subunidade «Sistema respiratório dos peixes»: “Uma das formas de selecionar peixe fresco no mercado é levantar o opérculo e observar as guelras. Encontra uma explicação para este facto” (p.67, V1). A forma como esta questão é apresentada apenas pretende que o aluno adquira conhecimento científico (peixe fresco tem branquias com tom vermelho vivo). Porém, tem implícita a ideia de que se é fresco pode ser consumido (relação Ciência-Sociedade). Assim, esta questão poderia ser aproveitada para esclarecer e ajudar os alunos a perceber que o conhecimento científico acerca das guelras dos peixes pode ser aplicado em situações do dia-a-dia, permitindo à Sociedade fazer escolhas e tomar

decisões conscientes e fundamentadas cientificamente, perante situações reais (relação Ciência-Sociedade).

4.2.2.1.3 - Análise do manual escolar 6ºMP3

No **manual 6ºMP3** a abordagem CTSA não é perspectivada ao longo das várias unidades didáticas e de forma integrada nos conteúdos e/ou atividades propostas, mas sim essencialmente em secções próprias, denominadas CTSA ou com outras designações. É nas secções que abordam temas de saúde e nas secções «Realizo uma atividade de discussão» e «Realizo uma reflexão sobre...» que predominam evidências de indicadores das dimensões A e B.

Foram identificados 7 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*), com mais destaque para o indicador A4, com 4 episódios/evidências, seguido do indicador A1, com 2 episódios, e do indicador A6, com apenas 1 episódio, e 6 episódios referentes à dimensão B (*Atividades*), em que apenas se identifica o indicador B2, com 6 episódios.

No que respeita à presença do **indicador A4**, relacionado com o *desenvolvimento de uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*, encontram-se evidências de 1 episódio explícito e 3 implícitos. Vejamos dois exemplos, um explícito e outro implícito.

O primeiro aparece no discurso facultado pelo manual relacionado com a importância das plantas para o mundo vivo. É apresentado um texto que informa os alunos:

O desaparecimento das florestas, devido ao abate de árvores ou à ocorrência de incêndios florestais, diminui a quantidade de oxigénio libertado e também diminui a captação de dióxido de carbono do ar, contribuindo para o seu aumento na atmosfera. O dióxido de carbono libertado por ação humana (transportes, indústria, alguns incêndios) e por fenómenos naturais como erupções vulcânicas, acumula-se na atmosfera. Desta forma, provoca uma maior retenção do calor do sol, fenómeno designado por efeito de estufa. Este aumento do efeito de estufa causa um aquecimento global do planeta. Se não for travado, levará ao degelo dos glaciares, à subida das águas dos oceanos e à inundação das zonas litorais e ribeirinhas. O clima no planeta sofrerá grandes alterações, tendo como consequências a destruição de ecossistemas e de seres vivos, mas também fome e morte para milhares de pessoas (pp. 122-123).

Os alunos são informados que o desaparecimento das florestas devido à ação humana contribui para o aumento de dióxido de carbono na atmosfera que, por sua vez, provoca

o efeito de estufa (relação Sociedade-Ambiente). Juntamente com o texto são apresentadas algumas imagens que evidenciam o contributo do Homem (transportes, indústria e incêndios) e da própria natureza (erupções vulcânicas) para o aumento do efeito de estufa que causa o aquecimento global do planeta (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). A interpretação do texto permite compreender que existe uma relação direta entre o aquecimento global do planeta, cujas causas são devidas à ação humana, e a alteração provocada no Ambiente – degelo dos glaciares e alterações climáticas – sendo explícito quanto às consequências que advêm para a Sociedade e para o Ambiente – inundação das zonas litorais e ribeirinhas, fome e morte para milhares de pessoas, destruição de ecossistemas e de seres vivos (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Desta forma, o texto permite desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas socio-ambientais que preocupam a Sociedade.

O segundo exemplo de um episódio do indicador A4, este implícito, apresenta-se na página 135 do manual, num texto incluído numa seção própria designada «Saúde da Floresta» e relaciona-se com a reciclagem de papel. No texto pode ler-se:

O papel é o material de suporte da informação escrita, como os livros e revistas. Embora a sua matéria-prima seja renovável, pois é a madeira proveniente das árvores, a produção do papel conduz normalmente à monocultura de espécies, como o eucalipto...o que leva ao desaparecimento da fauna e da flora desses locais. Reciclar o papel reduz o uso de árvores para o produzir... (p. 135).

Apesar de permitir desenvolver nos alunos uma atitude face à proteção do Ambiente (reciclagem do papel) e das relações que se estabelecem entre a Sociedade e o Ambiente (dependência da Sociedade da produção de papel), o texto é pouco explícito quanto às causas do desaparecimento da fauna e da flora nos locais de produção de monocultura de eucaliptos. Desta forma, para desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas socio-ambientais, o texto deveria esclarecer os alunos que apesar do eucalipto ser uma árvore bastante rentável para a Sociedade, uma vez que é utilizado não apenas para a produção de papel (celulose), como também para obtenção de lenha ou de madeira para a fabricação de móveis, etc., o seu cultivo contribui para o empobrecimento do solo uma vez que estas árvores necessitam de enormes quantidades de água, o que leva à diminuição ou até mesmo esgotamento de várias fontes hídricas existentes à volta das monoculturas de eucaliptos,

contribuindo, assim, para a diminuição e desaparecimento da biodiversidade (fauna e flora local).

Os dois episódios do **indicador A1**, relacionado com *a exploração dos tópicos de Ciências em função da utilidade social*, são implícitos e dizem respeito aos conteúdos científicos sobre a utilidade das plantas e dos micróbios. Uma vez que já foram explorados de forma idêntica nos manuais 6ºMP1 e 6ºMP2, não serão novamente referidos.

Relacionado com o **indicador A6** (*Informa o aluno sobre as vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente*) é possível encontrar um episódio explícito numa secção própria designada «Saúde alimentar». O episódio é contemplado num texto que informa os alunos acerca dos Organismos Geneticamente Modificados (OGM), das suas possíveis aplicações, vantagens e limites científicos que lhe são inerentes. O texto expõe o papel do conhecimento científico-tecnológico na produção de OGM. Vejamos:

OGM são todos os seres vivos cujo material genético foi manipulado de modo a favorecer uma característica desejada. E qual a vantagem? A resposta a esta questão é simples: melhorar as suas qualidades, fazendo com que cresçam mais rapidamente ou sejam mais resistentes a certas doenças, químicos ou pesticidas, aumentando assim a produtividade das explorações agrícolas ou pecuárias. Mas então qual é o problema dos OGM? É que algumas das novas características podem ter efeitos indesejados e prejudiciais, que ainda não são bem conhecidos. Isto porque a ciência não permite, ainda, prever todas as consequências das modificações genéticas (p. 105).

Na interpretação/análise do texto estão explícitas vantagens/desvantagens da aplicação da Ciência e da Tecnologia relativas à manipulação genética de seres vivos e dos seus impactos na Sociedade e no Ambiente. O texto também alerta os alunos para os limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia na manipulação genética e das suas possíveis consequências, embora não diga quais. O episódio é, por isso, explícito quanto às relações CTSA e, apesar de não informar os alunos das possíveis consequências, propõe a atividade que se segue.

Na sequência deste texto dos OGM, encontra-se também uma evidência explícita do **indicador B2**, relacionado com *atividades diversificadas de simulação da realidade que levam o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*. Depois do texto é proposta uma tarefa de

pesquisa, que solicita que os alunos procurem, recorrendo a fontes diversificadas, identificar algumas das principais vantagens e desvantagens da utilização de OGM em larga escala. O manual sugere fontes de pesquisa para o aluno, como por exemplo sites na internet relacionados com os OGM. Esta atividade vai permitir que o aluno procure vantagens/desvantagens dos OGM para a Sociedade e para o Ambiente. Porém, a atividade, deveria, também, propor aos alunos que divulgassem os resultados da sua pesquisa de forma a permitir a discussão de ideias, a partilha de opiniões entre colegas e professor, possibilitando assim o confronto de conclusões e diferentes pontos de vista acerca das vantagens e limites da utilização dos OGM.

4.2.2.1.4 - Análise do manual escolar 6ºMP4

No **manual 6ºMP4** podemos encontrar referências CTSA em secções próprias, ainda que não tenham essa designação, mas onde aparece incorporada no discurso usado e nas atividades propostas. É nas secções «Ciência em ação» que predominam evidências de indicadores das dimensões A e B.

Este manual apresenta 17 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*) e 3 episódios referentes à dimensão B (*Atividades*), sendo a primeira contemplada com evidências dos indicadores A1, A2, A4, A5, A7, A8 e A9 e a segunda apenas com evidências do indicador B2. O indicador A9 é o mais identificado, com 5 episódios, e o indicador A8 o menos identificado, com apenas um episódio. Apenas se identifica o indicador B2, com 3 episódios. Começamos pela dimensão A, vejamos alguns episódios referentes, por exemplo, aos indicadores A9, A7 e A8.

Como exemplo de um episódio do **indicador A9** (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico*) veja-se o exemplo a seguir apresentado que aparece também numa secção denominada «Ciência em ação», num texto que faz referência a uma técnica agrícola - a hidroponia. No texto pode ler-se:

Nas décadas de 20 e 30 do século passado, o Doutor William Frederick Gerick...centrou o seu trabalho científico no cultivo agrícola sem solo. Graças a ele, utilizou-se pela primeira vez, em 1937, a palavra hidroponia...No final dos anos 70 do século XX, esta forma de cultivo, expandiu-se globalmente. Hoje, a hidroponia, por ser muito produtiva e de elevada qualidade, é uma mais-valia para as zonas áridas do México, Médio Oriente e Índia, onde é preciso alimentar populações com grande crescimento demográfico... (p.139).

O texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico-tecnológico quando informa que esta técnica de cultivo foi desenvolvida devido ao trabalho científico desenvolvido pelo cientista no cultivo agrícola sem solo. Esta informação, apesar de implícita, levanta questões como «De que forma é possível garantir a sobrevivência das culturas sem solo?», que poderá desenvolver nos alunos capacidades de pensamento crítico. Contudo, apesar do texto ser implícito, a sua interpretação poderá levar o aluno a refletir acerca da sobrevivência destas culturas, uma vez se trata de um cultivo sem solo, sendo por isso necessário enriquecer a água com substâncias nutritivas. Além disso, este episódio apesar de informar o aluno acerca das vantagens da utilização desta técnica para a Sociedade (grande produtividade e qualidade podendo alimentar populações com grande crescimento demográfico), não refere as vantagens que tem para o Ambiente, uma vez o não realça a importância desta técnica agrícola para a preservação do solo e da água, que são bens essenciais para o Homem.

Como exemplo do **indicador A7** (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais*) apresentamos o texto incluído numa secção «Ciência em ação» relacionado com as metodologias de diagnóstico em medicina:

O estudo do comportamento humano, quando sujeito a esforço, é muito antigo. Inicialmente, eram observadas apenas as manifestações clínicas externas e o relato do próprio paciente sobre os sintomas desencadeados pelo exercício. Com o aparecimento do estetoscópio, surgiu a auscultação pulmonar e cardíaca, depois, a medição da pressão arterial com esfigmomanómetros; posteriormente, a análise cardíaca através do eletrocardiograma e, mais recentemente, a avaliação respiratória por meio da ergoespirometria. A análise do consumo de oxigénio e do dióxido de carbono produzido, que variam com a intensidade de trabalho realizado e que são determinados na ergoespirometria, permitem tirar conclusões sobre a saúde de todos os sistemas envolvidos no transporte de gases (p. 103).

O texto é explícito na medida em que informa os alunos acerca do aparecimento e evolução de diferentes realidades tecnológicas envolvidas no estudo do comportamento humano quando sujeito a esforço evidenciando como elas melhoram o diagnóstico dos pacientes e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais, como é o caso dos diagnósticos feitos apenas relativos a manifestações externas ou relatos dos

pacientes. A interpretação do texto permite levar o aluno a compreender que o aperfeiçoamento destas novas tecnologias se deve aos avanços da Ciência e que, devido a estas novas metodologias de diagnóstico em medicina, é possível tirar melhores conclusões acerca do estado de saúde dos pacientes, melhorando a sua qualidade de vida (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

Um outro episódio explícito do indicador A7 é o que se encontra, também num texto incluído numa secção «Ciência em ação», cujo título é «Robôs em medicina». O texto refere:

...Pela primeira vez, uma equipa de cientistas californianos conseguiu desenvolver um rim artificial que poderá ser implantado em seres humanos. Este robô será capaz de substituir as várias horas de diálise semanais, realizadas em unidades hospitalares, e a demorada espera por um transplante dos doentes com insuficiência renal. A equipa conseguiu desenvolver um protótipo funcional do rim. O passo seguinte será reduzir o órgão artificial para o tamanho de um rim natural. Será a primeira tecnologia deste tipo que poderá ser implantada em doentes. Os cientistas usaram as mais modernas técnicas para desenvolver tecidos que copiam as tarefas de um rim. O sistema usará a força da pressão sanguínea do próprio paciente para fazer o filtro funcionar e bombear o sangue (p. 117).

Este texto relata um episódio explícito do indicador A7 pois dá exemplo de uma realidade tecnológica atual -criação de um rim artificial- que copia na perfeição as tarefas de um rim funcional. Além disso, é possível compreender as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, uma vez que, o texto relaciona o papel do conhecimento científico na criação desta tecnologia, evidenciando a forma como ela poderá mudar a vida dos pacientes, já que lhes vai permitir poupar o tempo necessário à realização semanal de diálise, bem como, evitar que esperem por um transplante renal.

Um exemplo de um episódio implícito, neste caso do **indicador A8** (*Relato de práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade*), está presente numa secção «Ciência em ação» e relaciona-se com as células estaminais. O texto apresenta informação do conhecimento científico pois informa os alunos acerca do que são as células estaminais:

Os cientistas procuram descobrir como controlar as divisões por que estas células passam. A investigação tem por objetivo poder vir a usar as células estaminais no tratamento de cura de vários tipos de doenças, como, por

exemplo, doença de Parkinson e Alzheimer. As células estaminais podem ser obtidas em vários órgãos do corpo humano, no entanto, as principais fontes são: sangue, medula óssea e sangue do cordão umbilical (p. 187).

O texto apesar de informar que os cientistas estão a desenvolver uma investigação com células estaminais, não relata qual a prática experimental que é desenvolvida. Além disso, não explicita quais os métodos utilizados na obtenção e armazenamento de células estaminais, nem clarifica as etapas e o porquê das decisões tomadas. Apesar de referir que as células estaminais podem ser a solução para certas doenças e, portanto, uteis e vantajosas para Sociedade, não revela os limites da sua utilização e aplicabilidade. Tratando-se de um tema tão polémico e atual, deveria ser aproveitado para debater com os alunos aspetos éticos relativamente à utilização de células estaminais embrionárias.

A dimensão B, neste manual, está representada pelo indicador B2 com três episódios, todos eles implícitos. Estes episódios que se veem explorados de forma idêntica nos manuais anteriores não serão novamente referidos e analisados.

4.2.2.1.5 - Análise do manual escolar 6ºMP5

No **manual 6ºMP5** a perspetiva CTSA também se encontra, tal como nos manuais 6ºMP3 e 6ºMP4, essencialmente em secções denominadas CTSA e em secções apelidadas de «atividades de desenvolvimento», incluídas no final de cada unidade. É nestas secções que se encontram evidências/episódios dos indicadores referentes às dimensões A e B.

O manual apresenta 12 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*) e 3 referentes à dimensão B (*Atividades*). A dimensão A é representada por evidências/episódios dos indicadores A1, A2, A4, A5, A6, A8 e A9, sendo os indicadores A5 e A2 os mais identificados, com 3 episódios cada um. O indicador A4 está contemplado em 2 episódios, e os restantes indicadores, apenas estão contemplados em 1 episódio. Relativamente à dimensão B, apenas se identifica o indicador B2, com 3 episódios/evidências.

Muitos destes episódios referem abordagens que já foram analisadas nos manuais anteriores, por essa razão, não voltamos a fazê-lo. Vejamos episódios referentes, por exemplo, aos indicadores A6 e A5.

O **indicador A6** refere-se às *vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente* e apresenta apenas um episódio explícito. Este episódio encontra-se presente numa secção CTSA no final da subunidade «Reprodução nas plantas» num texto relacionado com as estufas na produção agrícola. O texto refere:

No nosso país também se utilizam estufas para aumentar e diversificar a produção agrícola. Do ponto de vista técnico e funcional, as estufas são importantes para obter, fora de época, hortaliças, flores e frutos, com algumas vantagens: melhoria na qualidade das hortaliças, flores e frutos; maior controlo dos fatores ambientais; proteção contra fortes chuvas, granizo ou geada; proteção contra insetos indesejáveis; redução da ocorrência de pragas e doenças; uso mais eficiente de nutrientes e fertilizantes; produtos de época a preços mais baixos; aumento da produção e alargamento dos mercados. Dentro de uma estufa é preciso regular os fatores do ambiente necessários ao desenvolvimento das espécies que se vão cultivar. De forma a permitir uma boa produção, pode controlar-se, por exemplo a concentração de dióxido de carbono, a temperatura, a humidade, a intensidade da luz e a composição das soluções nutritivas (p. 166).

Este episódio, que apresenta a ideia do indicador de forma explícita, começa por informar o aluno que, em Portugal, são utilizadas estufas para aumentar e diversificar a produção agrícola. O texto informa explicitamente acerca das vantagens da aplicação desta tecnologia simples e atual, quer para a Sociedade (por exemplo: produtos de época a preços mais baixos), quer para o Ambiente (por exemplo: redução de ocorrência de pragas e doenças). Refere, ainda, que para manter funcional uma estufa e permitir uma boa produção das culturas é necessário regular os fatores do ambiente e controlar outras variáveis (concentração de dióxido de carbono, temperatura, humidade, etc.) e, portanto, estão explícitas as vantagens e os impactos positivos que o conhecimento científico e tecnológico têm para a Sociedade e para o Ambiente. Trata-se de um episódio explícito onde estão presentes as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente

Em relação ao **indicador A5** relacionado com *exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*, encontraram-se 2 evidências implícitas e 1 explícita. Vejamos como exemplo de uma evidência implícita a que se encontra incluída numa secção CTSA, num texto relacionado com a importância da Tecnologia para a reprodução. O texto dá como exemplo de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia, as relacionadas com a reprodução: teste de gravidez, ecografias e incubadora.

Estas tecnologias são ilustradas com imagens explicativas que referem o que são e para que servem. No entanto, o texto não esclarece os alunos quanto às vantagens destas tecnologias para a Sociedade, nem relaciona o aparecimento destas com a evolução do conhecimento científico (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

A dimensão B, neste manual, está representada pelo indicador B2 com três episódios, todos eles implícitos, que não vamos referir/explicitar porque são idênticos a outros já explorados anteriormente.

4.2.2.1.6 - Análise do manual escolar 6ºMP6

O **manual 6ºMP6** é outro dos manuais em que a perspetiva CTSA aparece integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas ao longo das unidades temáticas e, para além disso, ainda aparece em secções CTSA ou outras. Identificamos neste manual 16 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*) e 8 referentes à dimensão B (*Atividades*). Na dimensão A aparecem episódios dos indicadores A1, A2, A4, A5, A6, e A9, sendo o indicador mais identificado o A4, com 4 episódios, seguido dos indicadores A1 e A5, ambos com 3 episódios, e os restantes com 2 episódios. Na dimensão B aparecem episódios do indicador B2, com 7 episódios, e do indicador B4, com apenas 1 episódio.

Como exemplos de alguns indicadores relativos à dimensão A, vejamos os seguintes.

Os episódios do **indicador A1**, relacionado com *a exploração dos tópicos de Ciências em função da utilidade social*, são 2 episódios explícitos e 1 episódio implícito, e idênticos aos de outros manuais (6ºMP1 e 6ºMP2, sobre os conteúdos utilidade das plantas e dos micróbios), por isso, como já dissemos para casos semelhantes, não vamos exemplificá-los novamente.

A respeito do **indicador A4** (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*), com 2 episódios explícitos e 2 implícitos, vejamos um exemplo de um episódio explícito que se encontra no início da unidade «A importância das plantas para o mundo vivo» e se relaciona com as trocas gasosas das plantas, os incêndios e suas consequências. Os alunos são informados que “Nas últimas décadas temos assistido a um grande progresso da Ciência e da Tecnologia. No entanto, esta evolução, a par do aumento da população mundial, tem provocado uma série de consequências ambientais desfavoráveis.

Destacam-se os incêndios florestais, as pulverizações com pesticidas, as indústrias e os veículos automóveis como fatores que contribuem para a contaminação do ar...” (p. 28, V2). Este excerto transmite a ideia de que os avanços científicos e tecnológicos, bem como a Sociedade são responsáveis pelas consequências ambientais (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

O **indicador A2** que se refere à necessidade de mostrar que o *trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas*, apresenta apenas 2 episódios implícitos. Um dos episódios encontra-se nas páginas 79 e 80 do volume 2 do manual e relaciona-se com a prevenção de doenças causadas por micróbios. O texto começa por informar o aluno que existem processos preventivos para prevenir doenças e processos curativos para curá-las. Relativamente aos processos curativos, o texto refere que “Quando não se consegue evitar uma doença infecciosa, a medicina passa à fase seguinte, que é de tentar curá-la. Entre as armas mais eficazes no combate às doenças infecciosas estão os antibióticos” (p.79, V2). Neste pequeno excerto é possível reconhecer a relação que se estabelece entre o conhecimento científico na descoberta de antibióticos e o tratamento de doenças infecciosas (relação Ciência-Sociedade). O texto acrescenta que os antibióticos são medicamentos eficazes no combate às infeções bacterianas, mas só começaram a ser utilizados há menos de um século.

A história da sua descoberta [dos micróbios] é um ótimo exemplo de como os cientistas, por vezes, fazem descobertas por acaso. O herói desta história é o cientista escocês Alexander Fleming. Em 1928, Alexander Fleming estava a estudar bactérias e observou que, em algumas caixas de vidro...tinha surgido áreas onde elas não conseguiam crescer...descobriu que nessas áreas tinha germinado, por acaso, um fungo, da espécie *Penicillium notatum*. Descobriu...que os fungos tinham libertado uma substância que matavam bactérias. Essa substância, o primeiro antibiótico descoberto, foi chamada penicilina. Entretanto, descobriram-se muitos antibióticos diferentes, capazes de tratar doenças como a meningite, a tuberculose e a pneumonia” (pp. 79, 80, V2)

O texto não informa acerca das motivações pessoais do cientista, dos fatores que condicionam e influenciam o seu trabalho, nem das interações profissionais com outros cientistas. Também não refere quais as pressões histórico-sociais e económicas da época que poderão ter influenciado a produção e distribuição deste medicamento. Porém, transmite a ideia que as descobertas dos cientistas, por vezes, são feitas em condições menos esperadas, como é o caso desta descoberta feita ao acaso, e que o trabalho deste cientista influenciou outros vindouros que são hoje em dia utilizados para o tratamento

de várias infecções bacterianas, estando presente, implicitamente, a ideia do trabalho coletivo dos cientistas.

Quanto ao **indicador A5** que se refere a *exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*, identificaram-se 3 episódios (1 explícito e 2 implícitos). Tome-se como exemplo um episódio implícito relacionado com o coração. Este episódio apresenta-se como uma curiosidade aos alunos e revela que “O eletrocardiograma (ECG) é um exame médico em que, com a ajuda de elétrodos colocados na pele, se obtém um gráfico que representa a atividade elétrica do coração. Por análise deste gráfico, o médico poderá obter informações sobre o funcionamento do coração” (p. 73, V1). Apesar de mostrar que é uma tecnologia recente usada na vivência do dia-a-dia, apenas informa que o médico poderá obter informações acerca do seu funcionamento. Este texto tem implícita a ideia de que essas informações podem ser úteis para os pacientes na prevenção de doenças cardíacas. Esta curiosidade apenas é apresentada de forma expositiva sem estabelecer qualquer relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Porém, um professor com formação em CTSA poderá ajudar os alunos a perceber estas relações.

Dos indicadores A6 e A9 apenas se identificaram 2 episódios (1 explícito e 1 implícito) para cada um. Vejamos um exemplo de cada.

Relacionado com o **indicador A6** (*Informa o aluno sobre as vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente*) é possível encontrar um episódio explícito no tema «Reprodução humana e crescimento». Este episódio é apresentado num texto que aborda os métodos contraceptivos e os casos de infertilidade. Relativamente aos primeiros, os alunos são informados que para evitar gravidezes indesejadas são usados métodos contraceptivos, entre os quais, os mais conhecidos são a pílula contraceptiva e o preservativo masculino. O texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico pois esclarece os alunos acerca destes métodos, o que são e para que servem. Além disso, o texto informa o aluno acerca das vantagens que estes métodos têm para Sociedade; ajudam a prevenir gravidezes indesejadas. O preservativo masculino “tem uma vantagem adicional (que só um outro método, o preservativo feminino, também tem): impede que os microrganismos causadores de infecções passem de uma pessoa para outra durante uma relação sexual” (p. 118, V1). No que concerne aos casos de infertilidade, o texto salienta:

Cada vez mais existem casais que não conseguem ter filhos...este problema chama-se infertilidade. Felizmente, a Medicina tem conseguido ajudar muitos destes casais, através de métodos variados. Eis alguns deles: Doação de espermatozoides de outro homem...doação de ovócitos de outra mulher (...) fecundação *in vitro*- fecundação realizada fora do corpo da mulher, em laboratório, para ultrapassar problemas diversos” (p. 118, V1).

É também apresentada uma imagem que ilustra esta técnica reprodutiva e, por isso, a par da interpretação/análise do texto, é possível perceber o papel da Ciência e da Tecnologia na descoberta de novas técnicas reprodutivas, como é o caso da fertilização *in vitro*. Aachamos, assim, que são consideradas as vantagens da aplicabilidade da Ciência e da Tecnologia relativas à infertilidade humana (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). Além disso, na margem lateral esquerda da página do manual existe informação exclusiva para o professor. São sugestões metodológicas que ajudam o professor a explorar e a ampliar os conteúdos científicos, mas também sugerem que, durante a exploração deste tema, o professor aborde outros métodos contraceptivos e chame a atenção dos alunos para as vantagens e desvantagens de cada um. Sugere-se, ainda, que sejam abordados outros assuntos relacionados com a infertilidade, como, por exemplo, a «barriga de aluguer» que envolve questões éticas, o que permite desenvolver o sentido crítico e a capacidade de argumentação dos alunos. Desta forma, tendo em conta o texto facultado no manual e as sugestões metodológicas para o professor, entendemos que este episódio é bastante explícito quanto às relações CTSA.

Como exemplo de um episódio do **indicador A9** que diz respeito *a informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA bem como o pensamento crítico*, vejamos o texto que aparece numa secção designada «Mais além...» no final da unidade «Circulação do ar». O texto relaciona-se com a respiração dos astronautas no Espaço e relata:

É necessário que exista oxigénio dentro dos veículos espaciais e dentro dos fatos espaciais, quando os astronautas saem das naves. Na estação Espacial Internacional, o oxigénio é produzido a partir da água (pois esta é formada por oxigénio e hidrogénio) é depois armazenado em garrafas, a alta pressão. Na verdade, copia-se aquilo que as plantas fazem na Terra, ao realizarem a fotossíntese...O dióxido de carbono libertado pelos astronautas é eliminado para o exterior da Estação. A água que é necessária para fabricar oxigénio (é, claro, para consumo) é em parte transportada para a Estação, mas uma grande parte é reciclada a partir do vapor de água da transpiração e da urina dos

astronautas e também da água já utilizada. Já no vaivém espacial...o oxigénio necessário para uma missão, é transportado em garrafas (p. 63, V1).

O texto apresenta informação do conhecimento científico, respeitante à produção de oxigénio a partir da água, e informação do conhecimento tecnológico, relativa ao armazenamento do oxigénio em garrafas de alta pressão. Embora não seja claro, este episódio transmite a ideia de que o Homem se inspira na Natureza, em particular nas plantas e suas características, para construir conhecimento científico e tecnológico para seu proveito, como é o caso da respiração dos astronautas no espaço (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) sendo, por isso, um episódio implícito. Além disso, este texto poderia ser aproveitado para desenvolver o pensamento crítico dos alunos, levando-os a refletir acerca das vantagens que o conhecimento científico e tecnológico (produção e armazenamento de oxigénio) tem para os astronautas, que é, por exemplo, o facto de evitar as viagens do vaivém espacial com reservas de água, o que implica menos custos para as investigações científicas relacionadas com o conhecimento do espaço.

Relativamente às Atividades de Ensino/Aprendizagem, o manual 6ºMP6 é o que oferece mais propostas de atividades. O indicador B2 (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, que levam o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*) regista 7 episódios, dos quais 5 são explícitos e apenas 2 são implícitos. O indicador B4 (*Apresenta, no final das atividades propostas, situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos, onde estejam presentes as interações CTSA*) regista 1 episódio explícito. Vejamos dois exemplos do indicador B2 e o episódio do indicador B4.

No que concerne ao **indicador B2**, no final da unidade «Micróbios», foi identificado um episódio explícito. A tarefa proposta aos alunos é iniciada com uma notícia adaptada do site «Ciência Viva» que relata que um grupo de estudantes universitários de diferentes áreas (informática, engenharia civil, microbiologia e bioquímica) produziu, por engenharia genética, uma bactéria capaz de reparar fissuras no cimento e que estas podem ser aplicadas nas fissuras em forma de spray. Para além disso, ainda há informação dizendo:

...as fissuras do cimento...podem causar estragos muito graves em construções...as bactérias entram nas fissuras e a presença de cimento faz com que elas se transformem em fibras filamentosas e fabriquem carbonato de cálcio e uma cola...as fissuras ficam preenchidas desaparecendo... a investigação contribui para prolongar a vida das estruturas (edifícios) expostas às agressões do meio ambiente a um custo muito reduzido. Esta invenção pode ter um impacto ambiental positivo. A equipa adiantou que “cinco por cento das emissões de carbono provêm da produção de cimento e esta é uma atividade com contribuição substancial no aquecimento global (p. 81, V2).

Este texto é bastante claro no que respeita às relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Depois deste texto são colocadas as seguintes questões aos alunos: “1. Pode dizer-se que a Ciência evoluiu com a contribuição de diversas áreas do conhecimento? Justifica a tua resposta com base na notícia; 2. Explica qual é a importância desta invenção para a construção civil; 3. Debate com os teus colegas a ideia que tens acerca da engenharia genética; 4. Explica como é que este exemplo mostra a relação da Ciência com a Tecnologia e o Ambiente” (p. 81, V2). Estas questões, bastante explícitas quanto às relações CTSA, permitem que o aluno compreenda que a Ciência se constrói em parceria (várias áreas do conhecimento) e que esta construção depende do trabalho coletivo entre cientistas (questão 1). Permite que o aluno estabeleça relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (questões 2 e 4), e que partilhe opiniões com colegas e com o professor acerca da relação que se estabelece entre a Ciência e a Tecnologia e das vantagens desta relação para a Sociedade e o Ambiente, no que respeita à engenharia genética (questão 3). Esta atividade vai possibilitar ao aluno pôr-se “no lugar do outro”, compreender e avaliar algumas inter-relações CTSA e desenvolver o pensamento reflexivo e crítico perante problemas sócio ambientais.

Um exemplo de um episódio implícito do indicador B2 encontra-se no início da unidade «A importância das plantas para o mundo vivo» numa atividade designada «Vamos analisar». O texto que antecede a atividade informa que a Greenpeace realizou um estudo rigoroso sobre as grandes áreas de paisagens com florestas intactas, ou seja, que mantêm a cobertura florestal, do planeta. É apresentado um mapa-mundo acerca das paisagens de florestas intactas e outras áreas de florestas que foi obtido através de imagens de satélite, juntamente com uma síntese do sumário das descobertas efetuadas. Este pequeno texto, e a imagem que o acompanha, têm implícita a ideia de que o conhecimento destas paisagens depende da Tecnologia (imagens de satélite). De

seguida, é solicitado ao aluno que pesquise na internet e registre as principais ameaças às florestas do planeta, embora não sugira fontes de pesquisa, como por exemplo sites na internet, revistas, etc. Depois da pesquisa solicitada, a atividade propõe que o aluno realize um debate na turma com base nos seus registos, o que vai possibilitar a troca e partilha de opiniões. Por fim, é solicitado ao aluno que, em plenário de turma, registre uma lista de medidas de proteção das florestas, permitindo-lhe desenvolver atitudes e valores face à proteção da natureza e, desta forma, promover a educação para a cidadania. A forma como estas questões são solicitadas, embora permitam a realização de pesquisas e debates, não são orientadas para situações onde se manifestem as interações CTSA, uma vez que, para o aluno, apenas será possível estabelecer relações entre a Sociedade e o Ambiente. Repetimos que, destinando-se o manual escolar a ser utilizado essencialmente pelos alunos, a explicitação das ideias/relações CTSA é fundamental para serem claramente identificadas e têm que ser evidentes. Porém, o manual sugere informação complementar para o professor relativa a exemplos de causas de destruição das florestas: exploração ilegal e destrutiva de madeira; conversão da floresta para agricultura e pecuária; construção de estradas e outras obras; mineração e exploração de petróleo e gás natural; construção de barragens; desflorestação; caça em excesso e comércio de carne de caça. De acordo com estas orientações, um professor atento poderá recorrer a esta informação para orientar o aluno na sua pesquisa e desta forma estabelecer relações CTSA.

Um episódio explícito do **indicador B4**, que está *relacionado com situações de aplicação ao dia-a-dia de novos conhecimentos*, encontra-se também na unidade dos micróbios. A proposta de atividade vem no seguimento do conteúdo científico «condições necessárias para a multiplicação dos micróbios» e é colocada a seguinte situação aos alunos: “Num dia de verão, a Ana abriu um pacote de leite e esqueceu-se de o guardar no frigorífico. No dia seguinte, o leite não estava bom para consumir, pois cheirava a azedo. O que poderia ter acontecido à Ana se tivesse bebido o leite? Justifica.” (p. 74, V2). Os alunos são confrontados com uma situação do quotidiano, e quando tentam dar resposta podem transferir conhecimento científico para situações reais, que não foram trabalhadas em sala de aula, e onde estão presentes relações Ciência-Ambiente-Sociedade.

4.2.2.1.7 - Síntese e discussão de resultados

Da análise anteriormente apresentada, feita aos manuais escolares de 6ºano de Ciências selecionados para o estudo, é possível perceber que existe alguma discrepância no grau de explicitação dos episódios identificados nos diferentes manuais escolares.

Para uma fácil perceção do que acabamos de referir, apresentamos em gráfico (figura 22) o número de episódios explícitos (E) e implícitos (I) identificados nos manuais escolares portugueses de Ciências, do 6º ano de escolaridade, e que são os mais adotados no país.

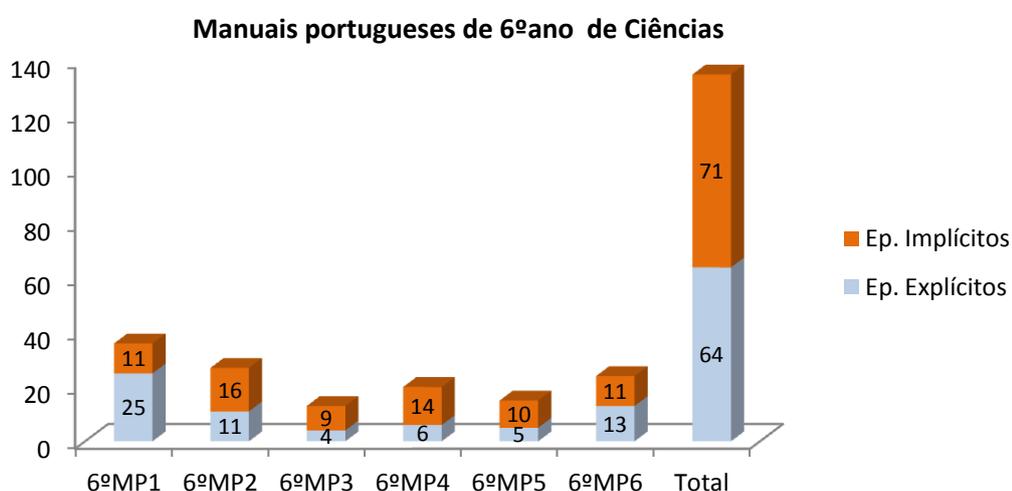


Figura 22: Número de episódios explícitos e implícitos nos manuais escolares portugueses de 6º ano de Ciências.

Os dados apresentados mostram que, no conjunto dos manuais analisados, dos 135 episódios identificados, 64 são explícitos (E) e 71 são implícitos (I), sendo o número de episódios explícitos/implícitos variável por manual. O número de episódios explícitos representa 47,4% do total de episódios identificados, e o número de episódios implícitos representa 52,6%. Consideramos que estes números não são muito substanciais, nomeadamente no que diz respeito aos episódios explícitos, para que se possa dizer que facilitam/promovem uma adequada educação CTSA, uma vez que os episódios implícitos representam mais de metade do total de episódios identificados, e estes não evidenciam de forma clara e facilmente perceptível as interações CTSA, ainda que um professor com formação CTSA (ou atento e com sensibilidade social e ambiental, para além do conhecimento científico e tecnológico) seja capaz de interpretar

e dar sentido às ideias destes episódios. Queremos dizer que, mesmo com episódios implícitos, seja nos manuais escolares, seja nas Orientações Curriculares, é possível implementar a perspectiva CTSA na prática pedagógica e tê-la como base para a promoção da literacia científica dos alunos.

A partir dos dados apresentados percebemos que o manual que contempla mais episódios é o manual 6ºMP1, com 36 episódios (25 explícitos e 11 implícitos), seguido do manual 6ºMP2, com 27 episódios (11 explícitos e 16 implícitos), do manual 6ºMP6, com 24 episódios (13 explícitos e 11 implícitos) e do manual 6ºMP4, com 20 episódios (6 explícitos e 14 implícitos). Por último, os manuais 6ºMP5, com 15 episódios (5 explícitos e 10 implícitos) e 6ºMP3, com 13 episódios (4 explícitos e 9 implícitos). À exceção dos manuais escolares 6ºMP1 e 6ºMP6, em todos os outros, o número de episódios implícitos é sempre superior ao número de episódios explícitos, sendo que no manual 6ºMP3, os poucos episódios identificados, são maioritariamente implícitos. Além de constatarmos uma diferente relevância de episódios CTSA nos manuais analisados, bem como a maior abundância de episódios implícitos do que explícitos na maior parte desses manuais, também verificamos a distribuição dos episódios por dimensão (gráfico da figura 23).

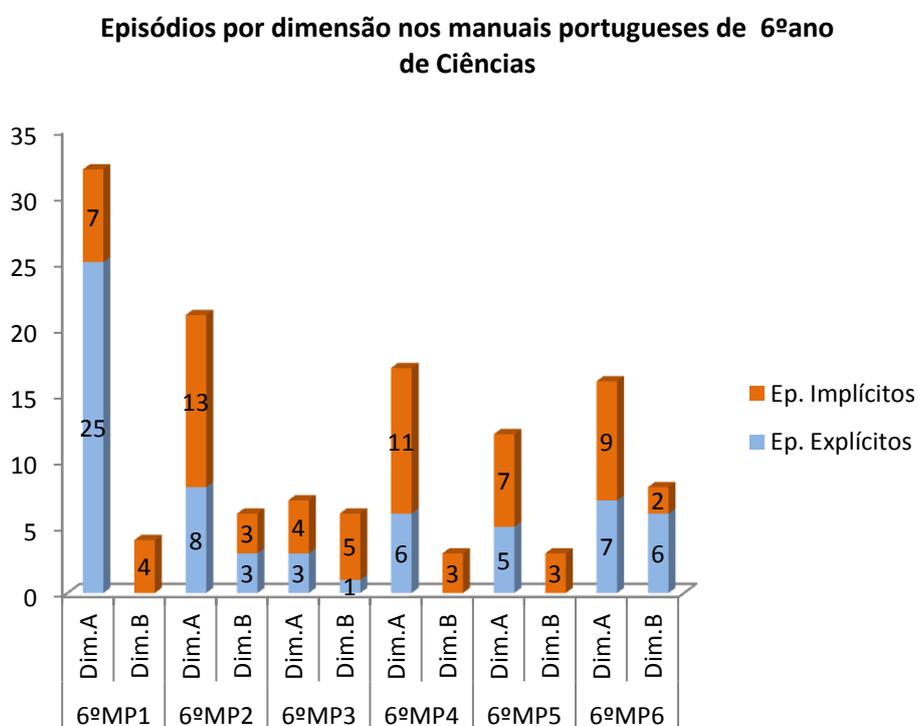


Figura 23: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão nos manuais portugueses 6ºano de Ciências.

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

Pela observação do gráfico da figura 23 constatamos que os manuais portugueses de 6ºano, no que diz respeito às relações CTSA, são mais explícitos no discurso/informação que facultam (dimensão A) do que nas atividades que propõem (dimensão B). Se excetuarmos os manuais 6ºMP2 e 6ºMP6, com episódios explícitos, e o 6ºMP3, com apenas 1 episódio explícito, relacionados com a dimensão B, todos os outros apenas apresentam episódios implícitos relacionados com esta dimensão. São os manuais 6ºMP1 e 6ºMP2 os que mais utilizam um discurso/informação que promove a Educação em Ciências segundo a perspetiva CTSA, embora, no caso do manual 6ºMP2, muitos episódios se apresentem na forma implícita. Realçamos o manual 6ºMP6, em que o número de episódios CTSA, apesar de não ser muito apreciável (24 episódios), mas há algum equilíbrio entre os episódios explícitos e implícitos, no que diz respeito ao discurso facultado e onde há mais sugestões de propostas de atividades com explicitação de relações CTSA.

Apresentamos uma visão de conjunto de todos os manuais estudados, em função dos indicadores de análise, na tabela 29.

Tabela 29: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador/dimensão, identificados nos manuais escolares portugueses de Ciências, do 6º ano

Indicadores (n = 13)															
Manual	Episódio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	Total episódios por manual
6ºMP1	E	3	0	1	6	2	5	0	1	7	0	0	0	0	25
	I	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	4	0	0	11
6ºMP2	E	1	0	0	2	2	1	0	1	1	0	2	0	1	11
	I	2	0	0	2	4	0	2	1	2	0	3	0	0	16
6ºMP3	E	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
	I	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	9
6ºMP4	E	0	0	0	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0	6
	I	2	2	0	1	1	0	0	1	4	0	3	0	0	14
6ºMP5	E	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5
	I	1	3	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	10
6ºMP6	E	2	0	0	2	1	1	0	0	1	0	5	0	1	13
	I	1	2	0	2	2	1	0	0	1	0	2	0	0	11
Total episódios por indicador	E	6	0	1	15	7	9	2	3	11	0	8	0	2	135
	I	8	7	0	11	13	1	2	2	7	0	20	0	0	
	T	14	7	1	26	20	10	4	5	18	0	28	0	2	

Pela observação da tabela 29, é fácil constatar a desigualdade de episódios por indicador/dimensão, quer explícitos, quer implícitos, nos 6 manuais escolares analisados. Também é fácil constatar que, mesmo no conjunto dos manuais analisados, não se verifica a ocorrência de todos os indicadores previstos no instrumento de análise. Além disso, a frequência de episódios é muito diferente por indicador/dimensão, sendo em alguns em número muito reduzido, e o grau de explicitação também não é o mesmo, por vezes, a maior parte dos episódios identificados são implícitos. No conjunto dos manuais analisados, dos 13 indicadores contemplados no instrumento de análise, identificaram-se 11, os 9 da dimensão A e 2 indicadores da dimensão B (B2 e B4).

Quanto à dimensão A (Discurso/informação facultada) o indicador mais representado é o indicador A4 (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente, perante problemas sociais e ambientais*), com 26 episódios, seguido do indicador A5 (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*), com 20 episódios, e do indicador A9 (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico*), com 18 episódios. O indicador A1 (*Explora os tópicos de Ciências em função da utilidade social*), embora não tão representado como os três indicadores anteriores, destaca-se dos seguintes com 14 episódios. A presença maioritária destes indicadores, talvez se deva ao facto dos manuais escolares portugueses de 6ºano de escolaridade abordarem temas diversos, tais como a saúde, a alimentação, a reprodução humana, o corpo humano e seu funcionamento, a importância das plantas para o mundo vivo, a qualidade do ar, entre outros. Trata-se de conteúdos científicos nos quais é possível abordar questões onde são focados problemas de carácter social e ambiental, onde é possível identificar tecnologias recentes utilizadas na vivência do dia-a-dia, onde está presente a Ciência em função da utilidade social. Porém incidem, essencialmente, em aspetos relacionados com a Sociedade e os problemas ambientais. Os restantes indicadores contemplam um reduzido número de episódios como é o caso do indicador A3 (*No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias, autónoma e voluntariamente, (ii) mudar as suas opiniões, (iii) fazer analogias, (iv) dar explicações*), com apenas 1 episódio, ou o indicador A7 (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de vida das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais...*) com 4 episódios, e dois deles são implícitos.

Na dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem*), não se registou qualquer episódio para os indicadores B1 (*Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifestem as interações CTSA*) e B3 (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, de laboratório, ..., para se explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro*). O indicador mais representado é o B2 (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*), com 28 episódios, mas quase todos implícitos, e o menos representado é o indicador B4 (*Apresenta situações de aplicação ao dia-a-dia, dos novos conhecimentos, onde esteja presente a interação CTSA, no final das atividades propostas*), com apenas 2 episódios, ainda que explícitos. Estes resultados parecem evidenciar alguma dificuldade dos autores dos manuais em elaborar/propor atividades de ensino de índole CTSA, essa dificuldade parece ser menos evidente no que diz respeito ao discurso, onde há mais evidências de índole CTSA. Esta ideia reforça-se ao observar o número reduzido de atividades explícitas que propõem debates, pesquisas, discussão de temas controversos, situações de aplicação ao dia-a-dia, etc., e, até mesmo, na ausência de atividades que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico onde se manifestem as interações CTSA e atividades onde se estabeleçam relações entre o trabalho laboratorial/experimental e o “saber fazer” relacionado com aspetos práticos da vida.

4.2.3 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º e 6º ano

Em Espanha, o 5º e 6º curso corresponde ao 5º e 6º ano de Portugal e, como o conceito «curso» significa «ano», passaremos a referir-nos a ano, em vez de curso. Recordamos que os manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º e 6ºanos foram analisados em simultâneo, pelas razões que anteriormente apresentamos (secção 5 do capítulo 3). Estes manuais foram identificados como 5º/6ºME1, 5º/6ºME2, 5º/6ºME3, 5º/6ºME4, 5º/6ºME5 e 5º/6ºME6.

A primeira análise efetuada aos manuais escolares espanhóis deu-nos a perceber que a perspetiva CTSA estava presente em todos, embora de forma diferente àquela que se tinha verificado para os manuais escolares portugueses. Nos manuais espanhóis, a perspetiva CTSA está presente, essencialmente, em determinadas unidades temáticas, geralmente relacionadas com a Tecnologia e os avanços tecnológicos e/ou com a conservação do Ambiente, transmitindo a ideia de que estas unidades são as mais indicadas e próprias para debater “os assuntos” CTSA.

Também constatámos que nos manuais escolares espanhóis de Ciências não existem secções designadas CTSA, mas, tal como se verificou em alguns manuais portugueses, aparecem secções onde se podem perceber interações CTSA, com denominações diversas, como por exemplo *El mundo que queremos*, *Planeta amigo*, *Para saber má*, *Mas competente*, *Ventanas al mundo*, *Amplia*», entre outras, geralmente no fim ou início de capítulo/unidade.

Os resultados da análise que permitem identificar a incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º e 6º ano (3ºCiclo), apresentam-se na tabela 30.

Tabela 30: Incorporação da perspetiva CTSA nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º e 6º ano (3ºCiclo).

Incorporação da Perspetiva CTSA		Manuais escolares espanhóis (5º e 6º ano)					
		5º/6º ME1	5º/6º ME2	5º/6º ME3	5º/6º ME4	5º/6º ME5	5º/6º ME6
Presente	De forma integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas ao longo das diferentes unidades temáticas.						
	De forma integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas em determinadas unidades temáticas.	x	x	x	x	x	x
	Em sessões próprias denominadas CTSA ou com outras denominações.	x	x		x	x	x
Ausente		---	---	---	---	---	---

Os dados da tabela 30 mostram que todos os manuais espanhóis, 5º/6ºME1, 5º/6ºME2, 5º/6ºME3, 5º/6ºME4, 5º/6ºME5 e 5º/6ºME6, apresentam a perspetiva CTSA integrada nos conteúdos didáticos e/ou nas propostas de atividades em determinadas unidades temáticas e em secções próprias com designações variadas, à exceção dos manuais 5º/6ºME3. Os dados da tabela, reforçaram a ideia, que os autores destes manuais parecem considerar que a perspetiva CTSA deve ser abordada e explorada em

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

espaços próprios, como é o caso das unidades temáticas relacionadas com a Tecnologia e os avanços tecnológicos e/ou o Ambiente.

Depois de percebermos que a perspetiva CTSA estava presente nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º/6ºano, procuramos saber a ênfase por dimensão (dimensão A - *Discurso/informação facultada* e dimensão B - *Atividades de ensino/aprendizagem propostas*). Esses resultados apresentam-se na tabela 31.

Tabela 31: Número de episódios por dimensão nos manuais escolares espanhóis de 5º/6º ano.

Dimensão	MEE
A – Discurso/informação facultada	124
B – Atividades de ensino/aprendizagem	16
Total	140

Os resultados obtidos evidenciam que foram identificados 140 episódios nos manuais escolares espanhóis de 5/6ºano sendo a dimensão A (*Discurso/Informação facultada*) a mais representada, com 124 episódios, e a dimensão B (*Atividades de Ensino/Aprendizagem*), apenas com 16 episódios.

Relativamente ao *Discurso/informação facultada*, consideramos que o número de episódios identificados é apreciável, tal como se verificou para os manuais escolares portugueses. Porém, não esperávamos um número tão reduzido de episódios no que concerne às *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas nos manuais escolares espanhóis. Ou seja, os manuais escolares espanhóis fornecem um discurso/informação de índole CTSA aos professores e alunos, mas o mesmo não acontece com as atividades de ensino/aprendizagem, cujas propostas continuam a sugerir atividades com questões factuais e fechadas que não exigem o envolvimento do aluno em situações onde se manifestem as interações CTSA.

À semelhança do que foi feito com os manuais escolares portugueses, depois de verificarmos o número de episódios por dimensão nos vários manuais escolares espanhóis, procurámos saber qual era o manual com mais episódios por indicador. Se apreciarmos o gráfico da figura 24, podemos constatar, não só os indicadores identificados por manual, como o número de episódios vistos por indicador, nas duas dimensões consideradas.

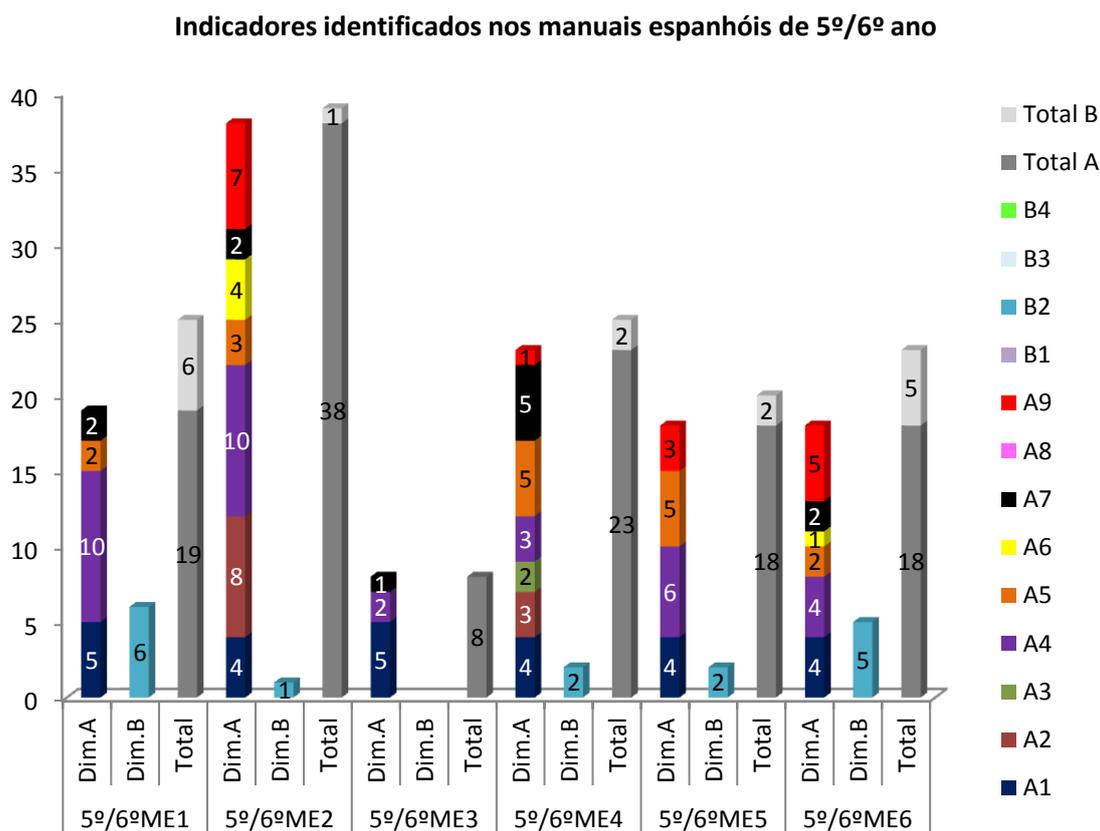


Figura 24: Número de indicadores por dimensão (A e B) identificados nos manuais escolares espanhóis de 5º/6ºano de Ciências.

No conjunto dos manuais espanhóis de 5º/6ºano analisados, destacam-se os manuais 5º/6ºME2 na dimensão A, em que se registou um total de 38 episódios, com evidências de 7 indicadores, sendo o indicador A4 (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*) o mais identificado, com 10 episódios, e o indicador A7 (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais*) o menos identificado, como apenas 2 episódios. No entanto, nestes manuais as propostas de atividades (dimensão B) são quase inexistentes, apenas 1 episódio do indicador B2 (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*).

Os manuais 5º/6ºME1 e 5º/6ºME4 são os segundos mais representativos na abordagem CTSA, em ambos os casos com 25 episódios. Nos manuais 5º/6ºME1,

identificaram-se 19 episódios relativos à dimensão A, sendo também o indicador A4 o mais identificado, com 10 episódios, e na dimensão B, identificaram-se 6 episódios, todos do indicador B2. Quanto aos manuais 5º/6ºME4, identificaram-se 23 episódios da dimensão A, sendo o indicador A5 (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*) o mais representado, com 5 episódios, e o indicador A9 (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da interação CTSA bem como o pensamento crítico*) o menos representado, com apenas 1 episódio. Mas a dimensão B apresenta apenas 2 episódios do indicador B2.

À exceção dos manuais 5º/6ºME3, que não registaram episódios em nenhum indicador da dimensão B, todos os outros manuais escolares espanhóis de 5º/6ºano analisados apresentam evidências de indicadores das dimensões A e B, porém, nomeadamente, no que diz respeito à dimensão B, em muitos deles essas evidências limitam-se a 1, 2 episódios.

Os manuais 5º/6ºME2 e 5º/6ºME4 são os que evidenciam maior variedade de indicadores, 8 no total, 7 da dimensão A e, apenas, 1 da dimensão B. Os manuais 5º/6ºME3 são os que apresentam menor variedade de indicadores, apenas 3 e todos da dimensão A.

Porém, tal como aconteceu com os manuais escolares portugueses, muitos dos indicadores dos manuais escolares espanhóis, na sua grande maioria, encontram-se de forma implícita. Ou seja, em muitos episódios nem sempre são abordados/explorados de forma clara, precisa e explícita as inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, como se apresenta na secção que se segue.

4.2.3.1 – Natureza dos episódios (explícitos/ implícitos) contemplados nos manuais escolares espanhóis de 5º/6º ano (3º Ciclo)

Recordamos que o grau de explicitação (explícito/implícito) das ideias dos indicadores considerados no instrumento de análise pareceu-nos fundamental, pois tratando-se de manuais escolares, recursos que são utilizados essencialmente pelos alunos, a clareza/explicitação das ideias/conceitos, tem de ser bastante evidente para serem perceptíveis e compreendidas por eles.

De seguida, fazemos a apresentação pormenorizada dos resultados do estudo para cada um dos manuais espanhóis de Ciências do 5º/6ºano, apresentando, por indicador/manual, um ou dois episódios.

4.2.3.1.1 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME1

Nos **manuais 5º/6ºME1** a perspetiva CTSA aparece integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas de determinadas unidades temáticas e, ainda, em secções com designações variadas.

Nestes manuais foram identificados 19 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*), e 6 episódios referentes à dimensão B (*Atividades*). Na dimensão A aparecem episódios dos indicadores A1, A4, A5 e A7, sendo o indicador A4 o mais representado, com 10 episódios, seguido do indicador A1, com 5 episódios, e dos indicadores A5 e A7, com 2 episódios cada.

No que respeita ao **indicador A4**, (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*) encontram-se 6 episódios explícitos e 4 implícitos. Damos dois exemplos, o primeiro explícito e o outro implícito.

O primeiro encontra-se na unidade «*La energía*», na página 96 do manual 6ºME1. Este episódio relaciona-se com o consumo de energia na Sociedade e surge integrado nos conteúdos didáticos desta unidade. Começa por informar o aluno que na nossa Sociedade se consome muita energia, sendo a maior parte procedente dos combustíveis fósseis como a gasolina, o gasóleo e o gás natural e utilizada na nossa vida quotidiana, como por exemplo em habitações, indústria, transporte, etc. (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). O texto alerta o aluno para a dependência da Sociedade dos combustíveis fósseis e para os problemas causados pelo uso desta energia, tais como o esgotamento dos recursos e a poluição/contaminação, que, por sua vez, provoca o aquecimento global, a chuva ácida e o aparecimento de resíduos radioativos. Depois de informar os alunos acerca destes problemas, o texto aborda cada um deles de forma mais detalhada. Vejamos, por exemplo, o excerto relacionado com o esgotamento dos recursos:

Los combustibles fósiles son fuentes de energía no renovables. Por tanto, si seguimos consumiéndolos al ritmo que lo hacemos, en un futuro se agotarán y las generaciones venideras no podrán disponer de estas fuentes de energía. Para evitar el agotamiento de los combustibles fósiles, es fundamental ahorrar

energía. Además, los gobiernos deben promover el empleo de energías renovables, como la solar y la eólica. Hoy día parece difícil emplear solo fuentes de energía renovables. Es preciso investigar en estas fuentes de energía para lograr métodos más eficientes y baratos para aprovecharlas (6ºME1, p. 96).

Esta informação permite compreender a relação que se estabelece entre o consumo desmedido que a Sociedade faz dos recursos naturais, como os combustíveis fósseis e o seu esgotamento, o que compromete as gerações futuras. Além disso, alerta o aluno para a necessidade do Homem conservar a energia, bem como de recorrer ao uso de energias renováveis, como por exemplo a energia solar e a eólica (relação Ciência-Sociedade-Ambiente). Informa também acerca da necessidade de se investigar mais acerca deste tipo de energia, realçando a importância do conhecimento científico-tecnológico, de modo a que se possam desenvolver métodos mais eficientes e baratos para aproveitar este tipo de energia e, desta forma, diminuir o esgotamento dos recursos (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Este episódio, apresentado de forma explícita, permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada nos alunos relativamente ao uso desmedido dos combustíveis fósseis e às consequências desse uso para a Sociedade e para o Ambiente, bem como desenvolver atitudes de cidadania e proteção face à conservação do Ambiente e ao desenvolvimento sustentável.

O segundo exemplo encontra-se na unidade «*Los seres vivos*», numa secção designada «*El mundo que queremos*». Este texto não apresenta qualquer relação evidente com os conteúdos científicos abordados na unidade didática e não estabelece relações claras entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e ao Ambiente. O texto aborda o tema da biodiversidade:

En el mundo existen millones de especies de seres vivos diferentes. Toda esta diversidad de seres vivos constituye la biodiversidad. Cuando se extingue cualquier especie de ser vivo, desaparece para siempre y disminuye la biodiversidad. Para defender la biodiversidad, lo primero es conocerla. Por eso, muchas personas se dedican a estudiar los seres vivos, incluso los más pequeños (5ºME1, p. 13).

É apresentada informação proveniente do conhecimento científico, quando esclarece o aluno acerca do que é a biodiversidade, contudo, não relaciona a extinção das espécies de seres vivos com a atividade humana (relação Sociedade-Ambiente). Consideramos que este episódio apresenta as relações CTSA de forma implícita pois, apesar de transmitir a ideia de que é necessário proteger e conservar a biodiversidade, não informa

o aluno acerca das possíveis formas de o fazer, como por exemplo, a conservação de habitats naturais para a preservação de espécies em extinção ou, ainda, o uso de tecnologias reprodutivas que são praticáveis graças ao conhecimento científico-tecnológico. O texto refere ainda que para defender a biodiversidade é necessário conhecê-la e, por isso, muitas pessoas se dedicam ao seu estudo (tem implícita a relação Ciência-Ambiente). Porém, para desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais, como é o caso da biodiversidade, deveria esclarecê-los de que a biodiversidade é necessária para manter o equilíbrio e estabilidade do ecossistema, do qual o Homem também faz parte. Deveria levar o aluno a refletir acerca da importância de defender e conhecer a biodiversidade, uma vez que o conhecimento e proteção da biodiversidade promovem a sustentabilidade da vida na Terra e quanto maior for a biodiversidade, maiores são as descobertas no campo da medicina, da alimentação, da economia, das alterações ambientais, etc. (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

O **indicador A1** (*Explora os tópicos de Ciências em função da utilidade social*) apresenta 5 episódios, dos quais dois foram considerados explícitos.

Um dos episódios considerados explícitos encontra-se num texto incluído na unidade «*La materia y sus transformaciones*» e as ideias do indicador estão integradas nos conteúdos didáticos. Depois de esclarecer os alunos acerca das mudanças de estado (fusão, solidificação e evaporação) o texto informa-os acerca das suas aplicações:

Las personas hemos aprendido a aprovechar los cambios de estado...La solidificación y la fusión se emplean para fabricar numerosos objetos. Algunos plásticos y metales se calientan hasta que se funden y pasan a estado líquido. Luego se vierten en un molde y se dejan solidificar. Así, se consigue un objeto con la forma del molde. En los lugares muy fríos emplean la solidificación del agua para construir carreteras. Vierten agua sobre el suelo para que se solidifique y dé lugar a una superficie sólida y plana...la evaporación del agua de mar sirve para extraer sal en las salinas (5ºME1, p.81).

Devido ao conhecimento científico e às propriedades dos materiais, o Homem aprendeu a utilizar os materiais em função da sua utilidade na vida diária e, portanto, é evidente que neste excerto que os tópicos de Ciências são explorados em função da utilidade social, evidenciado o papel da Ciência e da Tecnologia na qualidade de vida.

Como exemplo de um episódio implícito do indicador A1 apresentamos o texto que se encontra na unidade «*Las máquinas*». O texto informa o aluno que as máquinas mecânicas, manuais ou automáticas, facilitam as atividades humanas pois permitem

realizar as tarefas em menos tempo, com mais precisão e menos esforço. O texto salienta que as máquinas térmicas são utilizadas para aquecer ou arrefecer: *“Una caldera de gas, una estufa o una placa de vitrocerámica ceden calor y se usan para calentar, mientras que un frigorífico o un aparato de aire acondicionado sirven para enfriar* (6ºME1, p. 104). O texto apresenta os conteúdos científicos aos alunos de forma «mecanizada», demonstrativa e expositiva, sem explorar as relações CTSA. Da mesma forma, na página seguinte do manual, o texto refere que *“La electricidad, la electrónica y la informática han permitido crear máquinas para comunicarnos o para manipular textos, sonidos, fotografías, vídeos, mapas o juegos. El telefono, la radio y la televisión nos sirven para comunicarnos...las cámaras fotográficas...nos permiten tomar imágenes...* (6ºME1, p.105). Este texto é acompanhado de uma imagem acerca da evolução do telefone ao longo dos tempos, desde o século XIX até aos princípios do século XXI, que ilustra de forma implícita a presença da Tecnologia. Contudo não refere quais as vantagens para a Sociedade desta evolução, nem relaciona a relação de dependência da Tecnologia com o conhecimento científico. Neste episódio é possível perceber relações CTSA, mas achamos que estão de forma implícita, uma vez que a exploração dos tópicos de Ciências assume um carácter essencialmente disciplinar, como simples aplicações técnicas, sem referências ou sugestão evidentes CTSA.

Dos indicadores A5 e A7 identificaram-se dois episódios para cada um, um explícito e outro implícito. Relativamente ao indicador A5, vejamos dois exemplos, o primeiro explícito e o segundo implícito.

Um exemplo do **indicador A5** (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*) aparece num texto que se encontra na unidade «*La salud*» relacionado com o tratamento de doenças. No texto pode ler-se:

Algunas enfermedades, como la apendicitis o algunas fracturas de huesos, no se curan con medicamentos y deben tratarse mediante técnicas de cirugía...Actualmente, los avances técnicos permiten que muchas técnicas de cirugía se realicen de forma sencilla, con ayuda de cámaras e instrumentos muy avanzados que se introducen a través de pequeños orificios que cicatrizan fácilmente. Estas operaciones tienen la ventaja de que los pacientes se recuperan más rápidamente y necesitan menos tiempo en el hospital (6ºME1, p.67).

Este episódio é bastante explícito no que respeita às relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. O texto informa que devido ao avanço do conhecimento científico e tecnológico, hoje em dia, existem técnicas recentes de cirurgia que

permitem realizar operações de forma mais simples, seguras e eficazes, que têm vantagens para a Sociedade, como por exemplo uma recuperação mais rápida e confortável. Neste exemplo as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade são claras e evidentes para os alunos.

O segundo exemplo do indicador A5 encontra-se na unidade «*La excreción*». Depois de informar os alunos acerca das funções dos rins, o texto destaca que “*Cuando a una persona le dejan de funcionar los riñones, se le somete a un tratamiento llamado diálisis, que consiste en filtrar la sangre mediante una máquina. No obstante, la mejor opción es trasplantarle un riñón sano de un donante*” (6ºME1, p.22). Esta informação é acompanhada por uma imagem de um paciente submetido a diálise, descrevendo o seu funcionamento. O texto dá como exemplo de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia, a técnica de diálise e, embora exponha como funciona, é pouco explícito quanto à relação que existe entre o aparecimento desta técnica e o conhecimento científico, e quanto às vantagens e inconvenientes desta técnica para os doentes que sofrem de insuficiência renal. O texto poderia esclarecer que a doença até há poucas décadas era fatal e que, devido à evolução do conhecimento científico e técnico (técnica de diálise) hoje em dia temos uma máquina que funciona como um rim artificial, permitindo que as pessoas levem uma vida próxima do normal. Porém, como qualquer outro tipo de tratamento, pode apresentar algumas complicações para o paciente, entre as quais o desconforto pessoal. Além disso, apesar do texto referir que a melhor opção para estes doentes é o transplante de um rim saudável, não explica porquê. Poderia também referir que, no caso da diálise, o tratamento que é para toda a vida, ficando o paciente dependente deste tratamento.

Quanto ao **indicador A7** (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais*) apresentamos o seguinte texto relacionado com os avanços técnicos e a Sociedade. Os alunos são informados que “*Los avances técnicos y científicos han cambiado la sociedad. La sociedad actual sería muy diferente sin los avances técnicos de los que disfrutamos*” (6ºME1, p. 110), salientando mudanças nos mais variados campos: modo de trabalhar, transportes, saúde, comunicação, cultura e lazer. Neste excerto é explícito e evidente o papel dos avanços científico-tecnológicos na mudança de forma de vida das pessoas (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). Para reforçar esta ideia, o texto refere algumas dessas mudanças, por exemplo, ao nível da saúde, como refere o excerto seguinte:

Hace poco más de un siglo no existían las radiografías, la anestesia o las vacunas. Los médicos no conocían cómo surgían o cómo se transmitían muchas enfermedades. Hoy día, en cambio, existen numerosos medicamentos y vacunas, se pueden trasplantar órganos y se usan aparatos de rayos X, ecógrafos y otras máquinas para ver el interior del cuerpo humano. Los avances en la sanidad han hecho posible que vivamos más años y en mejores condiciones de salud. La parte negativa es que estos avances no llegan a todo el mundo por igual (6ºME1, p.111).

Este excerto informa claramente os alunos acerca de diferentes realidades tecnológicas como os instrumentos de raios X, ecógrafos e outras máquinas utilizadas na medicina, que antigamente não existiam e que hoje fazem parte da nossa vida graças aos avanços científicos e tecnológicos nesta área (relação Ciência-Tecnologia). Informa também que estas realidades tecnológicas mudam a forma de viver das pessoas e melhoram sua qualidade de vida, fazendo com que vivamos mais tempo e em melhores condições (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). Porém, as vantagens destes avanços na saúde não são iguais em todo o mundo. Esta informação exige a compreensão da interação CTSA, bem como fomenta nos alunos capacidades de pensamento crítico, levando-os a refletir acerca da situação desigual que existe no mundo ao nível do acesso à saúde. Importa realçar que, apesar de identificar explicitamente diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas, o excerto não refere que estas mudanças estão na origem de outras realidades sociais e, por isso, não evidencia a influência da Sociedade no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

Um outro exemplo que contempla este indicador (A7), ainda que de forma implícita, encontra-se no manual 5ºME1 e relaciona-se com «*La exploración del espacio*». O discurso facultado aos alunos, neste episódio, apresenta informação acerca da exploração espacial dos dias de hoje. Vejamos a seguinte transcrição:

Hoy día los viajes al espacio son algo cotidiano. Aún se emplean cohetes, pero se han desarrollado otros vehículos...Para facilitar el estudio del espacio y realizar valiosos experimentos científicos, se han establecido en órbita estaciones espaciales, en las cuales pueden habitar varios astronautas...Cientos de satélites artificiales, cargados de aparatos de alta tecnología, realizan labores, como el seguimiento de la meteorología o las transmisiones de televisión y de telefonía móvil... (5ºME1, p.67).

O texto informa os alunos acerca de diferentes realidades tecnológicas como é o caso satélites artificiais. Refere também que, hoje em dia, os satélites artificiais são mais sofisticados e altamente tecnológicos são utilizados na previsão meteorológica, na transmissão de televisão e nos telemóveis. Esta informação tem implícita a relação entre a Ciência e a Tecnologia, na medida em que se refere a «satélites mais sofisticados e altamente tecnológicos». Também tem implícita a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, pois, embora não refira de que forma os satélites mudaram as condições de vida das pessoas, o excerto refere que esses satélites são utilizados na previsão meteorológica, na transmissão de televisão e nos telemóveis, que são aspetos que alteraram a vida das pessoas. O texto pode ser aproveitado para esclarecer os alunos que a exploração espacial possibilitou incríveis avanços no conhecimento científico e tecnológico e que estes avanços deram lugar a várias tecnologias (satélites sofisticados) que trouxeram várias vantagens para a Sociedade e o Ambiente e, ainda, que têm numerosas aplicações práticas na nossa vida diária, como por exemplo: o aparecimento de GPS, que permite uma melhor orientação e permitem realizar viagens mais seguras (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade); uma melhor gestão dos recursos naturais (relação-Ciência-Tecnologia-Ambiente); possibilidade de encontrar pessoas perdidas em zonas de desastres naturais (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente); entre tantas outras.

Relativamente à dimensão B (*Atividades*) foi identificado apenas o **indicador B2** (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*), no entanto com alguma relevância, 6 episódios, dos quais 3 são explícitos e 3 são implícitos (de todos os manuais analisados, os manuais 5º/6ºME1 foram os que apresentaram mais episódios deste indicador, B2). Vejamos um exemplo explícito e outro implícito.

Encontramos uma referência explícita do indicador B2 no final da unidade «Las máquinas», em que é apresentada uma tarefa aos alunos: escolher o invento/máquina que mais modificou o mundo. São apresentados algumas imagens como o telefone, o jornal, o rádio e a televisão, o automóvel, o computador e a internet, que são acompanhadas de um pequeno texto informativo. Assim, por exemplo, no caso do telefone, o texto informa que “*Fue inventado por Antonio Meucci y patentado por Alexander G. Bell a finales del siglo XIX. Antes, las personas solo se podían comunicar*”

cara a cara, por carta o por mensajero (6ºME1, p.115). No caso do automóvel refere que “*Los primeros automóviles se construyeron a finales del siglo XIX, y comenzaron a extenderse a principios del siglo XX. Antes, los viajes se hacían a pie, en carruajes o por ferrocarril* (6ºME1, p.115). Depois destas informações, os alunos são confrontados com as seguintes questões: **1.** *Para cada invento, piensa en qué sería diferente si no existiera. Luego, completa una tabla con los beneficios que aporta y los problemas que causa.* **2.** *Ahora revisa las tablas que has elaborado y piensa: ¿en tu opinión, ¿qué invento ha cambiado más el mundo? ¿Podríamos vivir sin él?* **3.** *Organizad un debate entre todos para decidir cuál de estos inventos ha traído mayores beneficios para el mundo. Podéis añadir algún otro invento diferente si pensáis que es importante* (6ºME1, p.115). Tratando-se de uma tarefa inserida no contexto do conteúdo didático que aborda as mudanças que os avanços técnicos e científicos trouxeram à Sociedade, nas questões, embora de forma pouco explorada, existem orientações/sugestões para se investigarem as relações CTSA, na medida em que encorajam os alunos a levantar ideias sobre como seria a Sociedade atual sem estes objetos (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade) e quais os seus benefícios e inconvenientes para a Sociedade e o Ambiente (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Além disso, na última questão, é proposto um debate com todos os alunos para que decidam qual destas invenções trouxe mais benefícios ao mundo, possibilitando assim o confronto de opiniões e diferentes pontos de vista, bem como estabelecimento de inter-relações CTSA a nível individual e coletivo, e o desenvolvimento do pensamento reflexivo e crítico.

Como exemplo de um episódio implícito do indicador B2 apresentamos a atividade que se encontra no final da unidade «*El relieve de España y el de tu Comunidad*». É sugerida a simulação de um debate realizado num programa de rádio, no qual foram apresentadas algumas opiniões, umas a favor e outras contra a construção de uma estação de esqui. Entre as razões que são contra destacam-se a destruição da montanha e da fauna; postos de trabalho ativos apenas em período de neve; aumento do trânsito, contaminação e ruídos; vantagens para os visitantes, mas desvantagens para os habitantes. Entre as razões a favor destacam-se: melhoria da economia; aumento de postos de trabalho; melhorias das estradas que comunicam com o resto do país; e divulgação das paisagens e da cultura da zona. Ainda que nesta informação estejam implícitas as relações CTSA, as questões com que os alunos se confrontam são factuais,

não contribuindo para uma Educação CTSA, apenas levam à interpretação direta do texto e não permitem uma reflexão crítica acerca do problema.

1. Haz una tabla en tu cuaderno en la que escribas con tus palabras las razones que consideres más importantes. 2. Piensa cómo rebatir cada una de ellas, es decir, escribe una opinión contraria a cada una de las que has escrito en la tabla. 3. ¿Crees que es posible que se puedan mantener las mejoras económicas que puede proporcionar una estación de esquí y la conservación de la Naturaleza? ¿Por qué? 4. ¿Por cuál de las opciones expuestas en este debate tomarías partido? Explica tu opinión. (5ºME1, p.113)

Estas questões não orientam os alunos para uma Educação CTSA pois não permitem estabelecer as relações entre as vantagens e os inconvenientes que o progresso (construção da estação de esqui) tem, quer para a Sociedade, quer para o Ambiente, apesar destas relações estarem referenciadas de forma implícita no texto. Apenas a questão 3, embora de forma implícita, permite que o aluno seja capaz de resolver problemas e apresentar soluções para que se possa manter a economia que uma estação de esqui pode proporcionar, bem como manter a conservação da natureza, levando o aluno a refletir acerca do problema apresentado e a pôr-se no lugar do outro.

4.2.3.1.2 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME2

Nos **manuais 5º/6ºME2** a perspetiva CTSA aparece integrada nos conteúdos e nas atividades de determinadas unidades temáticas e, ainda, em secções com designações variadas. Nestes manuais escolares, cada unidade didática tem início com uma secção dedicada a um cientista. Nesta secção é introduzido um pequeno texto informativo acerca do contributo de um cientista, investigador ou inventor relacionado com os conteúdos da unidade.

É de realçar que, nestes manuais, as secções que se encontram no início das unidades (contributo de um cientista/investigador/inventor) ou no fim das unidades (*Planeta amigo*), são ricas em “material” CTSA, foi aqui que identificamos mais episódios mas, muitas vezes, estes episódios não apresentam de forma clara as ideias dos indicadores, ou seja, nem sempre o potencial do “material” CTSA é explorado em função da Educação CTSA, como veremos de seguida.

Foram identificados 39 episódios, dos quais 38 referem-se à dimensão A (*discurso*) e apenas 1 se refere à dimensão B (*atividades*). Na dimensão A identificaram-se episódios dos indicadores A1, A2, A4, A5, A6, A7 e A9, sendo o indicador A4 o mais representado, com 10 episódios, seguido dos indicadores A2 e A9, com 8 e 7 episódios, respetivamente.

Dos 10 episódios do **indicador A4** (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*), 8 são implícitos e 2 são explícitos. Apesar de ser o indicador mais representado, muitos dos seus episódios apenas se referem aos problemas socio-ambientais, nos quais o conhecimento científico surge de tal forma camuflado que compromete o desenvolvimento nos alunos de uma atitude crítica e fundamentada cientificamente.

Como exemplo de um episódio explícito apresentamos o texto que se encontra numa secção designada «Planeta amigo» relacionado com a camada de ozono. No texto pode ler-se:

En 1979 se conoció que la capa de ozono tenía un agujero Los científicos llegaron a la conclusión de que un compuesto químico, el clorofluorocarbono (CFC), ataca el ozono y lo destruye. El CFC se utiliza en la fabricación de envases y es un componente de muchos artículos. Por eso, en una reunión mundial se recomendó su substitución por otros productos que no afectan a la capa de ozono... (5ºME2, p.123).

Este texto é explícito na medida apresenta informação do conhecimento científico alertando os alunos que o clorofluorocarbono destrói a camada de ozono e que é utilizado pela Sociedade em vários artigos (relação Ciência-Ambiente-Sociedade) e, portanto, os alunos podem desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante o problema socio-ambiental da camada de ozono do planeta.

Como exemplo de um episódio implícito deste indicador, seleccionámos o texto que também aparece secção designada «Planeta amigo», no final da unidade «Animales vertebrados». O texto refere:

...león dorado es el nombre de una especie de primate...que vive en la selva de Brasil. Hasta hace muy poco tiempo solo quedaban 800 ejemplares vivos en la selva. Un programa internacional ha conseguido que nacieran en cautividad 500 crías, que han sido devueltas a la selva para asegurar la continuidad de esta especie en peligro de extinción (5ºME2, p.29).

Este texto refere-se a um problema ambiental, que é o caso da extinção de espécies animais. Apresenta informação do conhecimento científico, embora de forma implícita, pois quando refere que nasceram 500 crias em cativeiro, que foram devolvidas à selva para assegurar a continuidade da espécie, tem implícita a ideia de que nestes cativeiros é necessária a presença de veterinários e biólogos que possibilitem a criação destes animais de forma segura e saudável. Deste modo, o texto poderia ser aproveitado para se explorarem as relações entre a Ciência a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente como, por exemplo, a necessidade da existência dos cativeiros para assegurar a continuidade da espécie de alguns animais, os cuidados médicos que os profissionais de cativeiros têm de ter com os animais, entre outros. Neste episódio as ideias/relações CTSA estão de forma implícita, no entanto, como em outros casos, dependendo dos conhecimentos do professor, da sua sensibilidade para as interações CTSA, pode fazer uma interpretação do texto que desenvolva nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais.

Também são os manuais 5º/6ºME2, de todos os manuais escolares espanhóis analisados, que evidenciam mais episódios do **indicador A2** (*Mostra que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas*). Nestes manuais, tal como já foi referido, todas as unidades didáticas têm início com uma secção dedicada ao contributo de um cientista, investigador ou inventor, relacionado com os conteúdos científicos da unidade, que aparece num pequeno texto informativo. Porém, em muitos destes textos, o conteúdo é apenas apresentado como uma curiosidade, que informa o aluno sobre «quem é o cientista» ou «qual foi a sua descoberta», não se encontrando aí evidências, nem mesmo implícitas, do indicador A2. Apenas consideramos como episódios os textos que, de alguma forma, implícita ou explicitamente, traduzissem as influências, pressões, motivações pessoais e interesses dos cientistas, bem como a sua forma de trabalhar e o seu contributo para a construção do conhecimento científico. Deste modo, quanto ao indicador A2, foram identificados 8 episódios, dos quais 2 explícitos e 6 implícitos. Vejamos alguns episódios deste indicador.

Um exemplo de um episódio explícito aparece num texto relacionado com um cientista - Celestino Mutis- que se dedicou essencialmente ao estudo das plantas, a Botânica.

Celestino Mutis nació en Cádiz en 1732...se licenció en Medicina...y empezó a interesarle también el estudio de las plantas, la Botánica. A los 28 años viajó a

Colombia, donde se dedicó a investigar las propiedades medicinales de la quina...substancia que se obtiene de un árbol y se usa como tratamiento de una enfermedad llamada malaria. Mutis tardó veinte años en convencer al rey Carlos III de que le diera el dinero que necesitaba para organizar una expedición científica en Suramérica. En esta expedición, que duró más de veinte años, Mutis describió muchas plantas desconocidas hasta entonces. Tras su muerte en 1808, sus archivos se trasladaron al Real Jardín Botánico de Madrid...que hoy se consideran una obra maestra de la investigación científica (5ºME2, p.43).

Este pequeno texto, além de ser explícito quanto às pressões económicas, bem como possíveis pressões socioculturais, que condicionaram o trabalho do cientista, permite, também, refletir acerca da importância do seu trabalho, que permitiu descobrir as propriedades medicinais da substância quinina e os seus benefícios para a Sociedade, bem como contribuir para a investigação científica (relação Ciência-Sociedade-Ambiente).

Como exemplo de um episódio implícito apresentamos o texto que se segue:

Antoni Van Leeuwenhoek nació...muy joven comenzó a trabajar en una tienda de telas, por lo que no pudo continuar los estudios. Más tarde aprendió el arte de tallar lentes. Un día se le ocurrió montar varias lentes...y observó que...podía ver muy aumentados los objetos pequeños. Estos sencillos microscopios permitieron...descubrir nuevos mundos: al observar una gota de agua de una charca, pudo ver que en ella vivían cientos de pequeños seres vivos, a los que llamó «animalículos». Cuando comunicó su descubrimiento a los científicos y estos comprobaron que era cierto, le nombraron miembro de la Real Sociedad Científica de Londres. Hoy día, a los «animalículos»...los llamamos microorganismos (5ºME2, p.5).

Neste excerto estão implícitas as pressões económicas que condicionaram os estudos do cientista. Para além disso, embora o trabalho deste cientista tenha contribuído para a descoberta dos microrganismos, a sua descoberta científica teve de ser aprovada pelos cientistas da época, e só depois é que foi aceite pela comunidade científica.

Outro episódio implícito diz respeito à informação incluída no texto relacionado com o trabalho do médico cientista Francesco Redi, que se encontra no início da unidade «*Animales invertebrados*», do manual 5ºME2. O Texto refere:

Antiguamente, la mayoría de las personas creían que las moscas nacían espontáneamente a partir de los alimentos en mal estado. En 1668, el médico italiano Francesco Redi afirmó que los «gusanos» que aparecen, por ejemplo,

en la carne podrida, procedían de huevos puestos por las moscas...Para mostrarlo puso dos trozos de carne en dos frascos distintos. Uno lo dejó destapado y el otro lo cubrió con una tela. Pasados unos días, en el frasco destapado había larvas de mosca, mientras que en el otro no. Gracias a Francesco Redi y a otros científicos, hoy sabemos que muchos invertebrados, como las moscas o las mariposas, nacen de huevos... (5ºME2, p.31).

Por um lado, os alunos são informados que antigamente acreditava-se que os seres vivos eram gerados, de forma espontânea, a partir de material em putrefação e que o cientista Francisco Redi pôs em causa esta teoria realizando a experiência descrita no texto. Esta informação transmite a ideia, embora de forma implícita, de que o trabalho deste cientista foi influenciado pelas crenças da altura, uma vez que ele duvidou da teoria da época, o que o levou a demonstra-la experimentalmente -teoria da geração espontânea. Por outro lado, o texto informa também que, graças a este e a outros cientistas, hoje em dia, sabemos que muitos invertebrados nascem de ovos. Porém, o texto poderia ser aproveitado para informar os alunos que, apesar de desacreditada na época, a teoria de Francesco Redi foi reintroduzida quando Antoni Van Leeuwenhoek descobriu, pela primeira vez, a existência de micróbios. Por esta razão, este pequeno texto, que devia ser abordado na unidade dos «*Seres vivos*» e não na unidade dos «*Animales invertebrados*», poderia ser aproveitado para se explorarem as interações profissionais entre os cientistas.

Relativamente ao **indicador A9** (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico*), foram identificados 4 episódios explícitos e 3 implícitos, todos presentes em secções designadas «*Planeta amigo*», no fim das unidades didáticas. Damos dois exemplos deste indicador, o primeiro explícito e o segundo implícito.

O primeiro encontra-se num texto incluído no final da unidade «*La electricidad y el magnetismo*». Este texto relaciona-se com a água potável e intitula-se «*Agua dulce gracias al viento*». O texto alerta os alunos para os problemas da escassez de água doce que se agravam devido ao aumento da sua procura quando refere que “*En algunas zonas costeras de España, durante el verano hay problemas de escasez de agua dulce, que se van agravando según aumenta la demanda*” (6ºME2, p.97). A informação transmite a relação que se estabelece entre a Sociedade e o Ambiente, uma vez que, por um lado, refere que a escassez de água doce é cada vez maior devido ao calor do verão e, por

outro lado, a procura de água potável aumenta com o aumento populacional que se vê nos nossos dias. Os alunos são também informados que:

Una solución sería obtener agua dulce a partir del agua del mar, pero este proceso consume mucha energía eléctrica, y producirla a partir del carbono contamina el aire. Actualmente, se está trabajando en el diseño de una plataforma flotante en la que, utilizando la energía del viento, un aerogenerador produciría la suficiente electricidad como para desalar agua del mar y enviar el agua dulce a tierra mediante una tubería... (6ºME2, p.97).

Este excerto tem explícito o relacionamento do conhecimento científico, respeitante à produção da água doce através da água do mar, e a Tecnologia usada na construção de uma plataforma flutuante que utiliza a energia do vento, um aerogerador que produz eletricidade e condutas capazes de conduzir a água doce, transformada a partir da água salgada, até à terra, possibilitando o seu consumo (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). O texto sugere ainda que esta poderá ser uma solução, em vez do uso da energia elétrica produzida através do carvão, dado que este combustível contamina o ambiente (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Este episódio é explícito, pois a informação apresentada no texto permite estabelecer e compreender, de forma clara, as relações estabelecidas entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, fomentando no aluno o pensamento crítico.

O segundo exemplo de um episódio do indicador A9 encontra-se no final da unidade «*La energía a nuestro alrededor*». São apresentados dois textos aos alunos, um relacionado com a energia geotérmica e o outro relacionado com a energia solar. O primeiro texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico, pois refere que “*El interior de la Tierra se encuentra a temperaturas muy altas...esta se puede aprovechar para producir energía eléctrica*” (6ºME2, p.83), e informação do conhecimento tecnológico, quando relata que “*se instalan tuberías que llegan a esa profundidad y se inyecta agua, que...vuelve transformada en vapor. Si se coloca una turbina que gira con el vapor, se obtiene electricidad*” (6ºME2, p.83). O texto acrescenta, ainda, que “*Com sus estudios, los investigadores han dado un paso importante en la aplicación de la energía geotérmica a la vida cotidiana*” (6ºME2, p.83). Contudo, não informa de forma explícita os alunos acerca das vantagens para a Sociedade e para o Ambiente dos avanços tecnológicos, impulsionados pelo uso da energia geotérmica, pois não esclarece que, tratando-se de uma energia mais limpa, o seu uso reduz a poluição do Ambiente aumentando a qualidade de vida. Neste texto não

se relaciona a informação proveniente do saber científico e tecnológico com os impactos que resultam deste na Sociedade e no Ambiente, não fomentando de forma clara a compreensão das interações CTSA, e por isso, o consideramos implícito. Quanto ao segundo texto, as ideias CTSA estão, ainda, mais implícitas do que no primeiro, apenas se salienta que “*Gracias al Proyecto de Energías Renovables en Marcados Rurales (PERMER), 178 centros educativos argentinos contarán con luz propia...De esta forma, sus alumnos contarán con iluminación en las aulas y podrán utilizar ordenadores e oytros médios audiovisuales*” (6ºME2, p.83). Não é feita qualquer referência às relações que se estabelecem entre a Ciência e a Tecnologia, nem entre as vantagens do uso das energias renováveis para o Ambiente e, por conseguinte para a Sociedade.

Os indicadores A1 e A6 apresentam 4 episódios cada. No que concerne ao **indicador A1** (*Exploração dos tópicos de Ciências em função da utilidade social*), dos 4 episódios identificados, três deles encontram-se em textos que tratam temas relacionados com a utilização das fontes de energia, da corrente elétrica e da aplicação de diferentes máquinas e objetos que foram abordados, de forma semelhante àquela que já foi referida para manuais anteriores. Desta forma não se percebe se está a falar nos anteriores ou nos seguintes? Os conteúdos de Ciências assumem um carácter essencialmente disciplinar, não assinalando a relação e dependência da tecnologia com o conhecimento científico e não fazendo qualquer referência CTSA, tal como se verificou nos manuais 5º/6ºME1. Apenas se distingue um episódio do indicador A1 que se encontra no final da unidade «*Las plantas*» e relaciona-se com a sua utilidade na nossa alimentação e dieta saudável. Neste texto pode ler-se: “*Los cereales son importantes en nuestra dieta, porque contienen mucha vitamina B. Estudios recientes indican que las personas que toman suficiente vitamina B tienen muchas menos probabilidades de padecer de enfermedades. Además, los cereales integrales contienen fibra vegetal...que es una ayuda muy eficaz para hacer bien la digestión*” (5ºME2, p.53). Os tópicos de Ciências são explorados em função da utilidade social de forma explícita pois informam o aluno dos benefícios que os cereais têm para a Sociedade, quer no combate às doenças, quer para o bom funcionamento da digestão. O texto refere que é devido a dados recentes do conhecimento científico que hoje em dia sabemos dos benefícios dos cereais para a saúde do Homem e, por isso, tem explícita a relação entre a Sociedade e a Ciência.

Relacionado com o **indicador A6** (*Informa o aluno sobre as vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no*

Ambiente) apresentamos como exemplo um episódio explícito que se encontra no final da unidade «Relación y coordinación», inserido numa secção designada «Planeta amigo». O texto tem como título «Un ojo electrónico para cruzar la calle» e relata:

Las personas invidentes suelen ayudarse de un perro entrenado para caminar por la calle y cruzar las calzadas. ¿Cómo conseguir que estas personas sepan dónde se encuentra un paso de peatones, y puedan saber si el semáforo está abierto o cerrado sin necesidad de ayuda? En el instituto de Tecnología de Kyoto, en Japón, han inventado unas gafas con una microcámara que capta imágenes. Un diminuto ordenador procesa las imágenes y reconoce los pasos de peatones, y un pequeñísimo altavoz situado en la patilla, emite una señal que indica dónde está el paso de peatones, y si puede cruzar o no (6ºME2, p.29).

Este texto, apresentado de forma explícita no que diz respeito a interações CTSA, começa por informar o aluno do problema que muitos invisuais têm, a necessidade de recorrerem a um cão treinado para os ajudarem a deslocar-se pelas ruas. Informa também que uma preocupação atual relacionada com esta situação é encontrar uma solução para estas pessoas poderem atravessar um semáforo sem necessitarem de ajuda. Perante este problema, o texto refere que no Japão, num instituto de Tecnologia, foram desenvolvidos uns óculos com microcâmaras capazes de solucionar este problema. O texto informa, de forma explícita, sobre as vantagens da aplicação da Ciência e da Tecnologia para a Sociedade (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

O indicador A5 apresenta 3 episódios explícitos e o indicador A7 apresenta 2 episódios, também explícitos. Vejamos um exemplo de cada indicador. Como exemplo de um episódio do **indicador A5** (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*) apresenta-se o texto incluído no início da unidade «La reproducción humana».

A mediados del siglo XX, se diseñaron aparatos de SONAR pequeños, los aparatos de ecografía, y se aplicaron en Medicina. Los resultados fueron asombrosos: se podían ver los vasos sanguíneos, detectar tumores, piedras en el riñón, controlar el desarrollo del feto...Actualmente, los aparatos de ecografía se han simplificado mucho. El procesamiento de los datos mediante ordenadores hace posible comprobar la salud del feto y obtener imágenes tridimensionales del futuro bebé... (6ºME2, p.43).

O texto dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia, os ecógrafos, utilizados em medicina. Além disso, esclarece que devido ao avanço da

Tecnologia, e em particular o uso do computador, o processamento de dados nos ecógrafos tornou-se bastante mais simples, eficaz e vantajoso para a Sociedade, e em particular para a mãe e para o futuro bebé. O texto é explícito quando sugere como exemplo de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia o ecógrafo e quando se refere ao seu aperfeiçoamento devido aos avanços da tecnologia, apesar de não evidenciar a relação e dependência que existe entre os avanços da Tecnologia e os avanços do conhecimento científico.

Como exemplo do **indicador A7** (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais*), selecionamos o texto incluído no início da unidade «*Los avances técnicos*».

Mary Anderson...en invierno del año 1897 viajó a Nueva York y descubrió por primera vez la nieve...le sorprendió mucho ver que el conductor, cada cierto tiempo, paraba el vehículo y bajaba para quitar la nieve acumulada...comenzó a buscar una solución...Diseño un dispositivo compuesto por palancas que permitía limpiar el parabrisas desde el interior del vehículo. Era el primer limpiaparabrisas...A partir de 1916, todos los coches americanos se fabricaban con limpiaparabrisas, y poco después se extendió a los coches de todo el mundo (5ºME2, p.97).

O texto informa acerca de uma realidade tecnológica como é o caso do limpa-para-brisas, que foi descoberto e inventado no final do século XIX e que veio a revolucionar a indústria automóvel. A informação contida no texto é bastante explícita pois evidencia que a invenção e o aparecimento do limpa-para-brisas mudou a forma de viver das pessoas, melhorando a sua qualidade de vida, e que esta mudança esteve na origem de outras realidades sociais, como é o caso da Sociedade da época e das dificuldades que os condutores tinham, sempre que chovia/nevava.

A dimensão B, neste manual, está representada apenas por um episódio implícito, com a proposta de uma atividade insuficientemente explorada, do **indicador B2** (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*). Este episódio foi identificado no final da unidade «*La energía a nuestro alrededor*» e propõe a seguinte tarefa aos alunos: “*Busca información sobre la lluvia ácida: qué es, qué la produce y qué efectos tiene sobre las plantas y los animales*” (6ºME2, p.81). Embora apresentada de forma implícita,

esta tarefa envolve o aluno numa atividade de pesquisa na qual é possível estabelecer relações CTSA uma vez que: ao procurar informação acerca do que é, o que produz a chuva ácida e quais os seus efeitos nas plantas e nos animais, o aluno pesquisa uma questão onde está presente a relação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. É claro que esta exploração/compreensão pelo aluno depende das orientações e da formação/conhecimento que o professor tem acerca da abordagem CTSA.

4.2.3.1.3 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME3

No conjunto dos manuais analisados, os **manuais 5º/6ºME3** são aqueles que apresentam menos episódios CTSA. Apresentam algumas secções designadas «*Para saber más*» e «*Página temática*», porém a informação que nelas vem incluída, ao contrário do que poderíamos pensar, não reflete nenhuma relação CTSA, apenas considera algumas curiosidades que assumem um carácter essencialmente científico. Deste modo, nos manuais escolares 5º/6ºME3, considerou-se que a perspetiva CTSA apenas está integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades de determinadas unidades temáticas, em particular, nas unidades relacionadas com a energia ou a Tecnologia e os avanços tecnológicos. Porém, a integração é pouco significativa, resumindo-se a episódios vagos e pontuais, com ideias/relações CTSA pouco explícitas e, portanto, insuficientes para serem perceptíveis de forma clara e promoverem uma Educação CTSA.

Foram identificados apenas 8 episódios, todos eles referentes à dimensão A (*discurso*), e dos quais apenas dois foram considerados explícitos. Relacionados com esta dimensão, aparecem episódios dos indicadores A1, A4 e A7, sendo o indicador A1 o que apresenta mais evidências (4 episódios implícitos e 1 explícito), seguido do indicador A4 com 2 episódios implícitos, e do indicador A7, com 1 único episódio, explícito. Vejamos alguns episódios relativos a estes indicadores.

Os episódios do **indicador A1**, relacionado com *a exploração dos tópicos de Ciências em função da utilidade social*, à semelhança do que se verificou para os manuais 5º/6ºME1 e 5º/6ºME2, abordam temas relacionados essencialmente com a utilidade das diferentes fontes de energia e a aplicação de diferentes materiais, máquinas e objetos. De igual forma, tal como se verificou nos manuais anteriormente analisados, nestes episódios a exploração dos tópicos de Ciências em função da utilidade social

assume um carácter essencialmente disciplinar e transmissivo, sem qualquer relação entre a Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. Apenas foi identificado um episódio relacionado com os materiais naturais ou matérias-primas e os materiais artificiais, no qual foi possível estabelecer uma relação entre a Ciência e a Sociedade, ou seja, entre o conhecimento que o Homem tem acerca das propriedades dos materiais e a sua utilidade na Sociedade. Uma vez que este episódio já foi explorado de forma idêntica nos manuais 5º/6ºME1, não será novamente referido.

Relativamente ao **indicador A4** (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*), foram identificados apenas dois episódios implícitos. Apresentamos como exemplo o o texto que se encontra no final da unidade «Clima, vegetación y fauna de Castilla y León». É apresentado um texto relacionado com os animais em perigo de extinção. Os alunos são apenas informados que “*Algunas de las especies animales que habitan nuestra Comunidad se encuentran en peligro de extinción debido a la caza ilegal o a la destrucción de su hábitat*” (5ºME3, p.29). O texto dá alguns exemplos de animais em extinção como é o caso da cegonha preta, do urso pardo e do mexilhão do rio. Trata-se de um episódio implícito do indicador A4, pois apenas refere que estas espécies de animais estão em perigo de extinção devido à caça ilegal ou destruição do seu habitat (relação Sociedade-Ambiente). Esta informação é acompanhada de imagens destes animais que descrevem algumas das suas características, sendo quase todas relacionadas com o aspeto físico dos animais. Surge apenas uma informação relacionada com a cegonha preta que diz: “*La cigüeña negra prefiere evitar las zonas habitadas por los seres humanos, por eso anida en los bosques más densos y en lugares menos accesibles*” (5ºME3, p.29). Esta informação permite perceber algum conhecimento científico acerca do habitat da cegonha, podendo, por isso, transmitir a ideia aos alunos de que é necessário conhecimento científico acerca das espécies animais, como é o caso do seu habitat, para que se possa agir de forma responsável e argumentada cientificamente face à proteção da biodiversidade. Assim, consideramos que está implícita a ideia de que o conhecimento científico e tecnológico pode minimizar este problema ambiental, e que a Sociedade é responsável pela preservação e proteção das espécies ameaçadas. Este episódio, que apesar de conter as ideias/relações CTSA de forma bastante implícita, dependendo do conhecimento que o professor tem acerca da perspetiva CTSA e da interpretação que faz do texto, pode promover o desenvolvimento

nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais.

Quanto ao **indicador A7** (*Identifica diferentes realidades tecnológicas evidenciando o modo como elas mudam a forma de viver das pessoas*), apresenta-se o único episódio explícito deste indicador, relacionado com os avanços técnicos, e que se encontra presente na unidade «*Tecnología y información*». O discurso facultado no manual escolar começa por informar os alunos que um dos aspetos mais notável do século XX e do início do século XXI é o constante avanço da Ciência e da Tecnologia nos mais variados campos que contribuiu para a melhoria da qualidade de vida (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade). A este respeito salienta:

En física se descubrió la energía atómica...en química se inventaron los plásticos, las fibras sintéticas y los abonos artificiales...La medicina progresó gracias al descubrimiento y uso de antibióticos y vacunas, a la utilización de aparatos de alta tecnología...En comunicación la telefonía móvil, la radio, la televisión, los satélites artificiales y los telescopios orbitales han permitido conectarnos con todo el planeta...La informática aplicada a la industria, a la investigación y a las comunicaciones ha dado lugar a una verdadera revolución tecnológica...(6ºME3, p.272).

O texto é explícito quanto às diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas, apesar de não referir que essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais. O manual apresenta imagens legendadas que ilustram a Tecnologia, como por exemplo: i) uma imagem que descreve uma médica a manusear um instrumento de alta tecnologia e, embora não refira qual, salienta que serve para observar o corpo humano por dentro e permite fazer um melhor diagnóstico; ii) uma imagem de um indivíduo a manusear um telemóvel que permite falar, enviar mensagens, etc.; e iii) uma imagem com dois investigadores que refere que o uso dos computadores na indústria ou nas investigações científicas agilizou muitas tarefas, embora não esclareça quais. Estas imagens, bem como o texto apresentado anteriormente, transmitem a ideia de que o avanço da Ciência e da Tecnologia permitiram melhorar a qualidade de vida das pessoas mudando a sua forma de vida.

4.2.3.1.4 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME4

Nos **manuais 5º/6ºME4** a perspetiva CTSA aparece integrada nos conteúdos e nas atividades de determinadas unidades temáticas e, ainda, em secções com

designações variadas. Nestes manuais foram identificados 25 episódios, na sua maioria implícitos. Destes 24 episódios, 23 referem-se à dimensão A (*Discurso*) e 2 referem-se à dimensão B (*Atividades*). Na dimensão A aparecem episódios dos indicadores A1, A2, A3, A4, A5, A7 e A9, sendo os indicadores A5 e A7, os mais representados, com 5 episódios cada, seguidos do indicador A1, com 4 episódios, dos indicadores A2 e A4, com 3 episódios cada um, e do indicador A3, com 2 episódios. O indicador A9 apresenta apenas 1 episódio.

Tal como se verificou para os manuais 5º/6ºME2, também os manuais 5º/6ºME4 apresentam episódios com conteúdos e assuntos mais diversificados do que os manuais 5º/6ºME1 e 5º/6ºME3. Vejamos alguns episódios referentes, por exemplo, aos indicadores A3, A5, A7 e A2, cujos assuntos ainda não foram abordados nas análises dos manuais anteriores.

Relativamente ao **indicador A2** (*Mostra que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas*) foram identificados 3 episódios, dos quais 2 são implícitos e 1 é explícito. Como exemplo do episódio explícito, na página 188 do manual 6ºME4, o texto incluído numa secção designada «¡Mira por dónde! pretende ampliar o conhecimento dos alunos, no que respeita ao tema «Mujeres y Ciencia». Pode ler-se:

Muchas mujeres han tenido un papel destacado en la historia de la ciencia. Grandes inventos han sido obra de mujeres: probablemente, más de los que nos imaginamos. Ello se debe a que las mujeres, hasta el siglo XIX, no se les permitía estudiar en la universidad, tampoco se las admitía en ninguna academia científica y estaba mal visto que una mujer inventara algo... Sybilla Masters fue la primera mujer inventora de Estados Unidos. En 1712 inventó un molino para moler el maíz, pero no pudo patentarlo porque era mujer. Tres años más tarde, al fin, pudo patentarlo, pero con el nombre de su marido. Marie Curie, es célebre por sus progresos en el campo de la radioactividad...Pese a que recibió dos premios Nobel, jamás fue aceptada en la Academia Francesa de las Ciencias (6ºME4, p188).

Está explícita a ideia de que antigamente a Sociedade não permitia que as mulheres estudassem e, muito menos, que tivessem carreiras relacionadas com estudos científicos. As carreiras relacionadas com a Ciência e a Tecnologia eram praticadas apenas por homens. Muitas mulheres, entre as quais Sybilla Masters e Marie Curie, tiveram de enfrentar muitos obstáculos, não apenas para realizar os seus estudos, mas também para divulgar os seus trabalhos e descobertas, sendo a sua trajetória e trabalho

marcado pela discriminação e muitos preconceitos de género. Desta forma, o texto é explícito no que se refere às pressões sociais e culturais que influenciaram o trabalho das cientistas, pois esclarece de forma evidente que estas cientistas foram modeladas pelas suas culturas e Sociedades da época que, por sua vez, influenciaram o seu trabalho. Assim, com este texto é possível transmitir aos alunos que o trabalho dos cientistas sofre varias pressões como, por exemplo, pressões sociais, e que os cientistas não são apenas homens, mas também mulheres que muito contribuíram e continuam a contribuir para o avanço do conhecimento científico.

No que respeita ao do **indicador A3** (*No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias, autónoma e voluntariamente; (ii) mudar as suas opiniões; (iii) fazer analogia; (iv) dar explicações*), no conjunto dos manuais analisados, apenas neste foram identificados dois episódios explícitos. Apresentamos como exemplo o texto que se encontra no final da unidade «*Polea – Física*», numa secção designada «¿*Qué te parece?* Trata-se de um texto informativo que amplia a informação da unidade e relaciona-se com a Física, o Cinema, a Ciência e a Ficção, o que pressupõe a compreensão da Ciência relacionada com outras áreas. Os alunos são informados que muitos dos filmes de Ciência e Ficção têm um argumento baseado em descobrimentos científicos, imaginários ou reais que antecipam o futuro e que exigem uma forte componente visual para recrear espaços galácticos, maquinaria sofisticada e efeitos espaciais fantásticos. Dá como exemplos o caso do filme do super-homem e a guerra das galáxias, alertando os alunos que muitos destes filmes desafiam as leis da Física. Por exemplo, no caso do filme da guerra das galáxias, onde é possível observar naves fantásticas que se deslocam a alta velocidade e canhões de laser que propagam a luz até ao infinito, o texto informa:

Las ondas sonoras necesitan un medio por el que propagarse. El espacio exterior está totalmente vacío, no hay nada que pueda vibrar para propagar las ondas sonoras...en realidad, en el espacio exterior el sonido no puede existir...Los caballeros Jedi, aunque son capaces de conocer los misterios de la «Fuerza», no saben demasiada física. Para empezar, si la hoja de la espada es un rayo láser, éste debería tener una longitud ilimitada; además, no podría chocar con la hoja de ninguna otra espada, ya que la luz no tiene masa (la luz está formada por ondas electromagnéticas). Lo máximo que conseguiríamos sería provocar una interferencia de luces en el punto donde coincidirían o «chocarían» las espadas (Manual 6ºME4, pp. 186-187).

A forma como o texto é apresentado, no que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a levantar ideias, autónoma e voluntariamente; a mudar as suas opiniões; a fazer analogias e a dar explicações. Trata-se de um texto bastante explícito, cuja informação quando explorada em sala de aula faz com que esta seja um espaço privilegiado para a reflexão e troca de ideias entre os alunos. Assim, quando confrontados com as leis da Física e aquilo que veem nos filmes de ficção, poderão, de forma autónoma, argumentar acerca do que é ou não possível nestes filmes, e estabelecer relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade, o Ambiente e outras áreas como, por exemplo, a Física.

Como exemplo de um episódio do **indicador A5** (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*), apresenta-se o texto que se encontra na unidade «*Los seres vivos*», em particular na subunidade «*Los artrópodos*». O texto começa por informar os alunos acerca das características dos artrópodes e de seguida é apresentado o seguinte excerto, numa pequena secção dirigida ao aluno:

Y YO, ¿QUÉ PUEDO HACER?

Los productos químicos utilizados para controlar las plagas de insectos y otros bichos pueden ser tóxicos para los demás seres vivos, el agua y la tierra. Es preferible utilizar sistemas naturales de control, que son mucho menos perjudiciales, tal como se hace en la agricultura ecológica (5ºME4, p.12).

O excerto começa por referir que os produtos químicos utilizados para controlar as pragas de insetos e outros bichos podem ser tóxicos para os restantes seres vivos, para a água e o solo. Porém, trata-se de um episódio implícito pois, apesar de apontar como solução para este problema os sistemas naturais de controlo utilizados na agricultura biológica, não esclarece os alunos acerca deste tipo de agricultura. Embora dê como exemplo de tecnologia recente aplicadas na vivência do dia-a-dia a agricultura biológica, que permite minimizar os problemas relacionados com a poluição da água e dos solos, pois utiliza adubos naturais, não menciona como funciona, quais as técnicas utilizadas neste tipo de agricultura e quais as vantagens da agricultura biológica para a sociedade (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

Como exemplo do **indicador A7** (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais*), apresentamos o texto incluído na unidade «*Microcosmos – Célula*», relacionado com a invenção do microscópio.

La microbiología es la ciencia que estudia la vida que no podemos ver a simple vista. Esta ciencia no existiría sin un aparato imprescindible: el microscopio. La invención del microscopio abrió la puerta a un mundo hasta entonces desconocido. Antes del microscopio, las células y los microorganismos ya existían, pero nadie lo sabía. En el siglo XV se construyó el primer microscopio. No llevaba lentes, sino espejos, y era poco eficiente. Hubo que esperar hasta el siglo XVI para que apareciera el primer microscopio con lentes, el cual, pese a ser aún muy rudimentario, permitió a los científicos de la época observar los primeros microorganismos y empezar a estudiarlos y clasificarlos...Robert Hooke (S.XVII) fue el primer científico que vio una célula...Más adelante, se descubrió que todos los organismos están formados por células...y se fueron realizando descubrimientos relacionados con su funcionamiento...Edward Jenner (1749-1823), a finales del siglo XVIII, halló la curación definitiva a la viruela, una enfermedad mortal en aquella época...Louis Pasteur (1822-1895) demostró que los microorganismos no nacían espontáneamente de la materia inerte...desarrolló la técnica de la pasteurización, utilizada aún hoy en día para destruir microbios peligrosos...Alexander Fleming (1881-1955) hizo importantes descubrimientos...la penicilina, que en la actualidad sigue curando muchas enfermedades infecciosas (6ºME4, pp.22-23).

O texto informa os alunos acerca de diferentes realidades tecnológicas, evidenciado como elas mudam a forma de viver das pessoas. Apesar de não esclarecer que essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais de outras épocas, o texto é explícito na medida em relaciona a importância que o aperfeiçoamento do microscópio teve na descoberta de microrganismos, até então desconhecidos, como a descoberta da cura de determinadas doenças, a sua prevenção e a melhora na qualidade de vida que muito contribuíram para o bem-estar da Sociedade atual (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade).

A dimensão B está representada pelo **indicador B2** (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA e apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*), com 2 episódios, um explícito e outro implícito. Tome-se como exemplo o episódio implícito, que se encontra no final da unidade «*Microcosmos – Célula*». É solicitado aos alunos que realizem um trabalho em grupo acerca dos fungos, o qual terá de ser apresentado oralmente aos colegas, com o apoio de uma apresentação de diapositivos em PowerPoint, Open Office, etc. Para realizar o trabalho de pesquisa de informação é

sugerido aos alunos que consultem diversas fontes como livros, enciclopédias, internet, pessoas entendidas, etc., contudo não sugere orientações específicas tais como, por exemplo, quais os *sites* que os alunos devem consultar ou a que pessoas devem pedir ajuda. De seguida, a tarefa orienta os alunos para a escolha do tema, sugerindo-lhes que escolham um aspecto relacionado com o tema dos fungos, alertando-os para o facto de que o mundo dos fungos está repleto de curiosidades, tradições, lendas, investigações, etc. Por esta razão, a tarefa sugere aos alunos quatro temas que podem ser trabalhados: 1) Fungos microscópicos: benefícios ou prejuízos que podem ter para as pessoas; 2) Procurar cogumelos: truques, atitudes no bosque, espécies mais apreciadas, espécies venenosas, etc.; 3) Os cogumelos e a gastronomia: receitas, conselhos, etc.; e 4) Costumes e tradições: lendas relacionadas com cogumelos e duendes, etc. Apesar de a tarefa envolver o aluno numa atividade de grupo, pesquisa e exposição oral de informação relacionada com os fungos, consideramos que apenas o primeiro tema é indicado para envolver o aluno numa atividade onde estejam presentes as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, enquanto os restantes apelam, essencialmente, para atitudes responsáveis face à recolha, utilização e confeção de cogumelos. Contudo, entendemos que a interpretação e orientação desta tarefa pode fomentar a exploração, compreensão e avaliação as relações CTSA e desenvolver capacidades de pensamento crítico.

4.2.3.1.5 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME5

Nos **manuais 5º/6ºME5** a perspetiva CTSA encontra-se ao longo de determinadas unidades temáticas, em particular, as unidades relacionadas com a tecnologia e os avanços tecnológicos, a matéria e a energia e, em secções geralmente no início ou fim de cada unidade.

Foram identificados 18 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*) e 2 episódios referentes à dimensão B (*Atividades*), na sua maioria implícitos. Apesar destes manuais apresentarem um número de episódios muito próximo de outros manuais analisados, este número resume-se a alguns indicadores. Na dimensão A aparecem episódios dos indicadores A1, A4, A5 e A9, em que o indicador com mais destaque é o A4, com 7 episódios, seguido dos indicadores A5 e A1, com 5 e 4 episódios, respetivamente, e do indicador A9, com 2 episódios. No que concerne à dimensão B, apenas foi identificado o indicador B2, com 2 episódios/evidências.

Vejam, por exemplo, alguns episódios dos indicadores A4, A5 e A9 da dimensão A, cujos conteúdos não foram explorados nos restantes manuais escolares.

Relativamente ao **indicador A4** (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*) damos como exemplo de um episódio explícito o texto que se encontra no início da unidade «Los seres vivos se reproduzem» sobre o banco mundial de sementes:

La gran mayoría de las plantas que actualmente pueblan la Tierra se reproducen mediante semillas...Las semillas son muy resistentes. Pueden mantenerse en buen estado mucho tiempo. Gracias a esta propiedad, podemos conservarlas en bancos de semillas, es decir, almacenarlas en lugares protegidos, y tenerlas clasificadas. Así, podemos disponer de ellas para recuperar plantas que en un futuro pudieran encontrarse en peligro de desaparecer debido a plagas, catástrofes, cambios climáticos...Con este fin...se inauguró en Noruega el mayor banco de semillas del mundo. La instalación está...en un lugar helado muy cercano al polo Norte. Es un refugio excavado en la roca, a 130 metros de profundidad, y construido a prueba de terremotos...puede conservar más de cuatro millones de semillas de plantas de todo el mundo (6ºME5, p.6).

Neste excerto sobressai o esforço humano na tentativa de encontrar possíveis soluções para o Ambiente, em caso de catástrofe ou em extinção, usando para isso o conhecimento científico e tecnológico. O texto realça o papel da Tecnologia na construção do banco mundial de sementes que se encontra perto do Pólo Norte, a uma profundidade de 130 metros e construído à prova de terremotos. A criação do banco mundial de sementes resulta de uma preocupação social que visa proteger milhões de sementes e preservar a diversidade vegetal mundial, constantemente ameaçada pelas catástrofes naturais, pragas e alterações climáticas e, embora não esclareça que este depósito de sementes possibilita a alimentação da humanidade em caso de uma catástrofe global (fome mundial devido à extinção de sementes alimentares), pensamos que as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente estão explícitas. (relação Ciência-Tecnologia- Sociedade-Ambiente), uma vez que se trata do maior banco mundial de sementes, capaz de assegurar uma grande diversidade de plantas, na qual se inclui as plantas úteis e cereais.

Em relação ao **indicador A5** (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*), damos como exemplo de um episódio implícito o texto introdutório da unidade «Las aguas del planeta». O texto começa por referir que a água é um bem imprescindível à vida de todos os seres vivos e que, apesar de não se esgotar,

é um bem limitado. Informa também que nos últimos anos a população tem aumentado, o que fez com que o consumo de água aumentasse, dada a necessidade de produzir mais alimentos.

Pero hay lugares en los que el agua es especialmente escasa. Por ejemplo, en las islas Canarias. Allí, para poder cultivar, los agricultores han ideado métodos muy ingeniosos. Uno de ellos es el enarenado de los viñedos. En Lanzarote, las viñas se recubren de una gravilla volcánica llamada picón, que evita que se pierda la humedad del suelo (5ºME5, p.128).

No texto dá-se exemplo de uma técnica recente utilizada na agricultura, referindo que, para solucionar o problema de escassez de água, os agricultores recorreram a uma técnica de cultivo que consiste em adicionar gravilha vulcânica aos solos, que evita a perda da sua humidade (relação Sociedade-Ambiente). Porém, não evidencia o papel da Ciência no aparecimento desta técnica. Ou seja, não explica que é devido do conhecimento científico acerca das propriedades da gravilha vulcânica que é possível cultivar estes terrenos, ultrapassando assim este problema.

Como exemplo de um episódio explícito do **indicador A9** (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico*) selecionamos um texto que se encontra no início da unidade «*La materia y sus propiedades*» que informa acerca da construção dos arranha-céus.

...Construir uno de estos gigantes requiere una avanzada tecnología. Por ejemplo, la maquinaria que se emplea debe ser enorme, como las gigantescas perforadoras que cavan los profundos huecos para los cimientos o las altísimas grúas que elevan pesadas cargas. Un rascacielos debe soportar su propio peso y resistir terremotos y huracanes. Por eso, en su construcción se emplean materiales muy especiales; resistentes, pero también ligeros y elásticos: acero, titanio, hormigón, armado, vidrio, aluminio, plásticos... Además hay un sinfín de problemas que resolver para que un rascacielos sea habitable. Por ejemplo: los ascensores deben ser rápidos pero no marear; el agua debe bombearse para que llegue a todos pisos, hay que prever sistemas contra incendios...hay que instalar y mantener miles de kilómetros de cableado (5ºME5, p.86).

Trata-se de um episódio explícito pois, o texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico; realça o papel da Tecnologia avançada necessária para a construção dos arranha-céus e evidencia o papel do conhecimento científico relacionado com as características próprias de materiais especiais para a sua construção. Além disso, o texto também evidencia o conjunto de situações necessárias

para que estes arranha-céus possam ser habitáveis e resistam a catástrofes naturais como terremotos, ciclones ou tornados. A interpretação do texto permite compreender a relação que existe entre a Ciência e a Tecnologia e o contributo que estas têm na construção destes edifícios (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

A dimensão B, nestes manuais, está representada pelo indicador B2 com dois episódios, todos eles implícitos e insuficientemente explorados. Estes episódios que se veem explorados de forma idêntica nos manuais anteriormente estudados, não são novamente referidos.

4.2.3.1.6 - Análise dos manuais escolares 5º/6ºME6

Tal como nos manuais acabados de referir, também nos **manuais 5º/6ºME6** a perspetiva CTSA aparece integrada nos conteúdos e nas atividades de determinadas unidades temáticas e em secções com designações variadas, onde identificamos um número considerável de episódios.

Foram identificados 18 episódios referentes à dimensão A (*Discurso*) e 5 episódios referentes à dimensão B (*Atividades*). Na dimensão A aparecem episódios dos indicadores A1, A4, A5, A6, A7 e A9, sendo o indicador A9 o mais representado, com 5 episódios, seguido dos indicadores A1 e A4, com 4 episódios cada. Relativamente à dimensão B, o indicador B2 é o único que regista evidências (5 episódios, dos quais 2 são explícitos e 3 são implícitos).

No que diz respeito à dimensão A, os episódios dos indicadores A1, A4 e A7 encontram-se em textos relacionados com a utilização de diferentes fontes de energia, os avanços técnicos e a aplicação de diferentes materiais, máquinas e objetos, alteração dos ecossistemas, que são descritos forma idêntica à que se verificou nos manuais anteriores e, por isso, não os referimos novamente.

Como exemplos de episódios dos indicadores identificados na dimensão A consideremos o **indicador A9** (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico*), que registou 5 episódios, dos quais 2 são explícitos e 3 são implícitos. Damos dois exemplos, o primeiro explícito e o segundo implícito.

O primeiro aparece no fim da unidade «*Los animales*», numa secção designada «*Más competente*», na qual é apresentado aos alunos um texto informativo intitulado «*Biomimética: la ciencia copia a la naturaleza*».

Todos los seres vivos han inventado sus propios recursos para vivir mejor o adaptarse a una situación particular. Observados de cerca, constituyen una fuente infinita de ideas originales. Así nace la biomimética, que consiste en inspirarse en lo que la naturaleza ha creado para perfeccionar los inventos humanos. Para mejorar los vehículos superrápidos, los investigadores han puesto sus ojos en el mar y han diseñado automóviles y aviones a partir de la forma de los peces. Un equipo de investigadores alemanes estudia también la manera de construir una bicicleta que copia la forma de un pingüino lanzándose al agua...Estos son algunos casos de animales que han dado pie a investigaciones que pueden resultar útiles para el ser humano, pero hay muchos más, ya descubiertos o por descubrir...En los juegos Olímpicos de Pekín, 13 de los 15 records del mundo que se batieron fueron posibles gracias... ¡al tiburón! Y, más concretamente, a su piel, constituida por multitud de ásperas escamas microscópicas, que desalojan el agua y le permiten ir más rápido [esta última informação é acompanhada de uma imagem de um atleta com um fato de natação cujo tecido imita as características de um tubarão] (5ºME6, p.42).

O texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico que exige e fomenta a compreensão das interações CTSA de forma clara. O episódio é explícito pois a exploração que é feita sobre as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente é bastante evidente. Os alunos são informados acerca da influência que o Ambiente, em particular as características dos seres vivos, têm no avanço do conhecimento científico e tecnológico e, por sua vez, do contributo da Ciência e da Tecnologia para a Sociedade, nomeadamente, meios de transporte e equipamento de natação mais rápidos. A informação apresentada permite compreender explicitamente as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

O segundo episódio que damos como exemplo encontra-se num texto introdutório no início da unidade «El clima». O texto aborda o tema relacionado com a modificação artificial do clima e informa os alunos acerca da existência de métodos capazes de produzir chuva artificial. É introduzido um título capaz de despertar a curiosidade dos alunos - *Domesticar las nubes* - porém, o texto contribui pouco para a compreensão das inter-relações que se estabelecem entre a Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente.

Desde hace miles de años, los seres humanos tratamos de provocar la lluvia o conseguir que luzca el sol mediante bailes, canciones y ritos de todo tipo...Actualmente, científicos de todo el mundo siguen tratando de predecir el clima y, en algunos países, han intentado dominar-lo con distintos métodos.

Muchos de estos intentos han fracasado, pero otros no. El éxito más reciente se logró en China...se provocó una inmensa tormenta, el día antes de los juegos de Pekín. Para conseguirlo, varios aviones rociaron las nubes con una substancia llamada «yoduro de plata». Esta substancia permitió condensar las gotitas de agua de las nubes para que se convirtieran en lluvia... (5ºME6, p.138).

Apesar do texto apresentar informação do conhecimento científico e tecnológico e do seu contributo para a formação de chuva artificial, não esclarece os alunos acerca dos impactos, quer positivos, quer negativos, que daí poderão advir para a Sociedade e para o Ambiente, pelo que as relações CTSA estão pouco evidenciadas, passando despercebidas ao aluno. A interpretação e discussão do texto só por si, não permite desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente face às vantagens e desvantagens que a modificação artificial do clima/chuva pode trazer, quer para a Sociedade, quer para o Ambiente. Porém, um professor com formação em CTSA poderá ajudar os alunos a explorar, interpretar e perceber estas relações.

Em relação ao **indicador A5** (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*) encontram-se 2 episódios, um explícito e outro implícito. Damos como exemplo o episódio implícito identificado num texto relativo ao tema «*El estudio y la representación del tiempo*», na unidade «*El clima*». No texto refere-se que os meteorologistas utilizam instrumentos variados que permitem recolher dados para se estudar o estado da atmosfera. Dá exemplos de algumas tecnologias recentes aplicadas no estudo da meteorologia, enumerando algumas como o pluviómetro, o termómetro, o anemómetro e o barómetro que são ilustrados com imagens explicativas acerca do seu funcionamento. Para além disso, o texto também informa:

Los meteorólogos también se sirven de satélites meteorológicos, que orbitan alrededor de la Tierra [sem no entanto referir qual a sua função e quais as vantagens do seu uso]. Además, usan ordenadores que ayudan a analizar los datos recogidos, a predecir fenómenos y a elaborar los mapas del tiempo o mapas meteorológicos, donde se representa el estado de la atmósfera (5ºME6, p.142).

A forma como o texto é apresentado apenas permite perceber o papel da Tecnologia no estudo da meteorologia (relação Tecnologia-Ambiente). À exceção dos satélites meteorológicos, cuja função e utilidade não é referida, o texto informa que estes instrumentos/tecnologias meteorológicas, ajudam os meteorologistas a prever o tempo e

os fenômenos meteorológicos, como é o caso de ciclones, inundações ou secas, e a elaborar mapas meteorológicos. Consideramos que também deveria esclarecer os alunos que devido a estas tecnologias, os meteorologistas podem estudar o estado da atmosfera e prever o tempo (relação Ciência-Tecnologia-Ambiente). Por sua vez, a Sociedade faz uso deste estudo na medida em que, ao ter conhecimento do estado do tempo, organiza e orienta a sua vida diária, uma vez que a previsão meteorológica é necessária nas mais variadas áreas, como por exemplo na indústria, no comércio, na navegação, na agricultura e no turismo (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

Quanto ao **indicador A6** (*Informa o aluno sobre as vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente*) identificamos apenas um episódio explícito num texto que se encontra na unidade «*Las máquinas y los avances técnicos*». O texto refere-se a repercussões que os avanços científicos e tecnológicos têm na Sociedade e no Ambiente. Na página 110 do manual, os alunos são informados que, devido às investigações científicas e aos avanços tecnológicos, foi possível melhorar a qualidade de vida das pessoas nas mais variadas áreas como no transporte, na comunicação, na medicina ou na construção e, na página seguinte, há informação referindo que nem tudo são vantagens, que existem algumas consequências e impactos negativos dos avanços científico-tecnológicos, quer para a Sociedade, quer para o Ambiente (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

El progreso que proporcionan las máquinas y el acceso a las nuevas tecnologías no es igual en todo el planeta. Por este motivo, los avances tecnológicos suelen incrementar las desigualdades entre ricos y pobres. En los países ricos, un gran número de personas utiliza máquinas complejas y vehículos motorizados. Además, gracias a los avances científicos y tecnológicos, se vive más cómodamente y la esperanza de vida es mayor. En los países pobres, los avances llegan con retraso y, cuando lo hacen, son muy pocos los individuos que pueden disfrutarlos. Por ello. Resulta difícil cubrir las necesidades básicas y la esperanza de vida es menor...El desarrollo tecnológico tiene una gran repercusión sobre el medio ambiente debido a varios motivos: Las fábricas y los vehículos motorizados producen sustancias contaminantes que se liberan al agua y a la atmósfera dañando los ecosistemas...Muchas máquinas y aparatos consumen energía, por lo que su uso incontrolado contribuye al derroche energético, que agota los recursos naturales y produce residuos (6ºME6, p.111).

Pensamos que este episódio evidencia vantagens da aplicabilidade da Ciência e da Tecnologia, no que respeita ao avanço e melhora dos meios de transporte, de

comunicação, de cuidados médicos, etc., e os seus impactos na Sociedade. Além disso, chama a atenção para o progresso científico e tecnológico que, por um lado, é vantajoso para a Sociedade (melhora as condições e a qualidade de vida), por outro lado, pode dar lugar a desigualdades sociais, uma vez que nos países pobres o progresso não chega de igual forma e o acesso aos bens essenciais é limitado. Para além disso, pode gerar problemas ambientais, devido ao consumo incontrolado de energia e à emissão de substâncias contaminantes (relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). O episódio é bastante explícito quanto aos impactos, quer positivos, quer negativos, da aplicação da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente e, portanto, são bastante evidentes as relações CTSA.

No que concerne à dimensão B, foram identificados 5 episódios (2 explícitos e 3 implícitos) que contemplam o indicador B2. Nas mesmas páginas (110 e 111), onde se constata a evidência do episódio do indicador A6, anteriormente descrito, encontra-se também um episódio implícito do **indicador B2** (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade que levam o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*). Depois do texto, é proposto um questionário que contempla questões, algumas apresentadas de forma implícita no que respeita à abordagem CSTA, mas que encorajam o aluno a levantar ideias sobre o texto e que permitem que se estabeleçam relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente: “*Nombra los principales avances que há experimentado la medicina en los últimos años y indica la utilidad de cada uno de ellos*”. Esta questão tem implícita a relação que se estabelece entre os avanços na medicina devido aos descobrimentos científicos e tecnológicos e a sua utilidade e vantagens para a Sociedade; “*Compara las fotografías de esta página y explica sus diferencias* [uma fotografia diz respeito a uma cidade de países ricos, onde circulam pessoas de carro, e outra diz respeito a uma cidade de países pobres, onde circulam pessoas de bicicleta]. Esta questão, embora não solicite a identificação de relações CTSA, permite compreendê-las, nomeadamente, a relação que se estabelece entre a Tecnologia e a Sociedade; “*¿Cómo influye el desarrollo tecnológico en los ecosistemas? Escribe un texto en el que valores ventajas y desventajas del progreso*”. Nesta questão já há uma solicitação explícita para a relação entre a Tecnologia e o Ambiente e permite que o aluno reflita sobre este problema. Espera-se que os alunos reconheçam a importância do desenvolvimento tecnológico para o avanço da medicina,

bem como os impactos positivos e negativos do progresso tecnológico na Sociedade e no Ambiente (relação Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

4.2.3.1.7 - Síntese e discussão de resultados

Dos resultados anteriormente descritos percebemos que muitos dos episódios identificados nos manuais escolares espanhóis nem sempre apresentam a perspetiva CTSA com o mesmo grau de explicitação/clareza.

O gráfico da figura 22 apresenta o número de episódios explícitos (E) e implícitos (I) identificados nos manuais escolares espanhóis de Ciências, do 5º/6º ano de escolaridade.

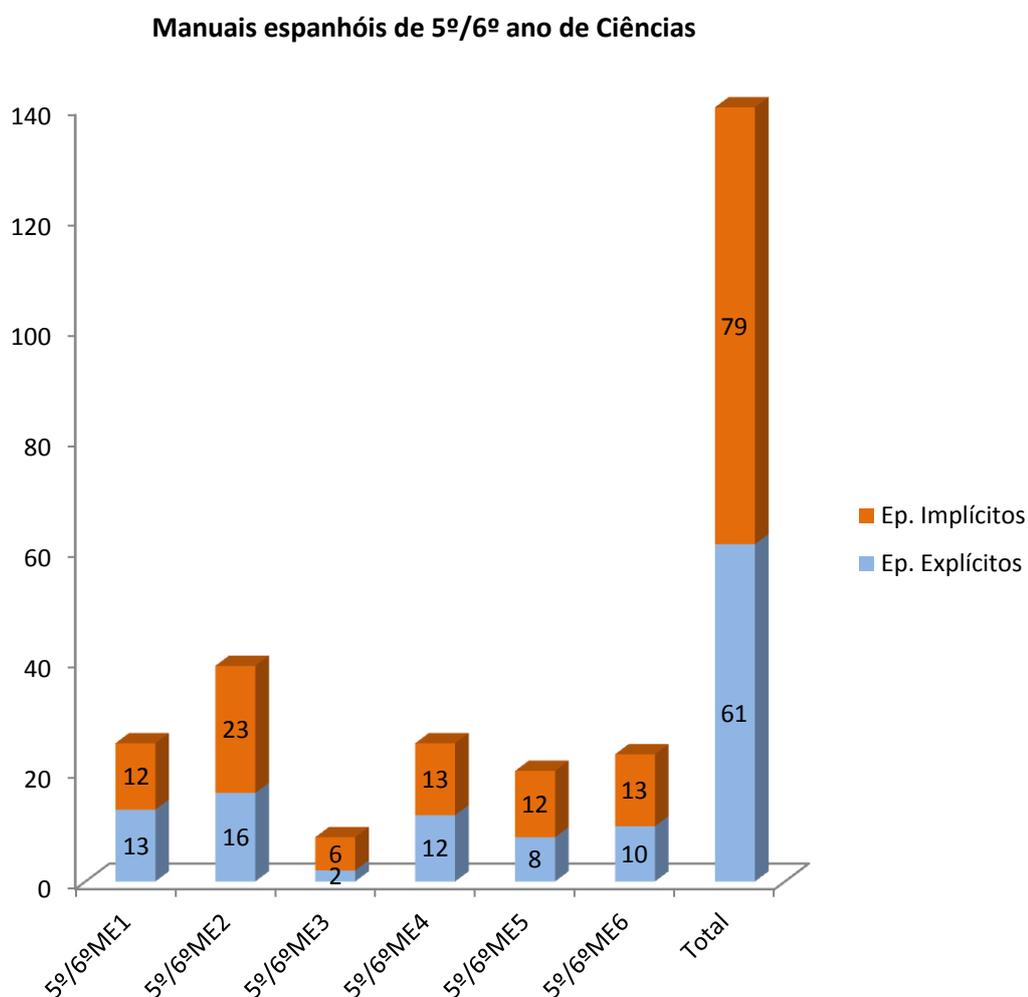


Figura 25: Número de episódios explícitos e implícitos identificados nos manuais escolares espanhóis de 5º/6ºano de Ciências.

Pela observação do gráfico da figura 25 podemos verificar que, no conjunto dos manuais espanhóis analisados, se registou um total de 140 episódios, dos quais 61 são explícitos (E) e 79 são implícitos (I). O número de episódios explícitos representa 43,6% do total de episódios identificados, e o número de episódios implícitos representa 56,4%. Podemos afirmar que o número de episódios explícitos é reduzido para que se possa promover uma adequada educação CTSA, tal como se verificou para os manuais escolares portugueses e que a interpretação das ideias dos episódios implícitos depende da formação que os professores têm em Ciências de cariz CTSA.

A partir da leitura do gráfico podemos, também, perceber que os manuais que contemplam mais episódios são os 5º/6ºME2, com 39 episódios (23 explícitos e 16 implícitos), seguido dos manuais 5º/6ºME1 e 5º/6ºME4, curiosamente, com o mesmo número de episódios (25), mas enquanto nos manuais 5º/6ºME4 há mais 1 episódio implícito do que os explícitos, nos manuais 5º/6ºME1 há mais 1 episódio explícito do que os implícitos. Aliás estes são os únicos manuais em que o número de episódios explícitos é superior aos implícitos, ainda que a diferença não seja relevante.

Os manuais 5º/6ºME3 são os que apresentam menos episódios, apenas 8 episódios, dos quais 6 são implícitos.

Em todos os manuais escolares espanhóis, à exceção dos manuais 5º/6ºME1 (com mais 1 episódio explícito dos que os implícitos), o número de episódios implícitos (I) é sempre superior ao número de episódios explícitos (E). Todavia, esta diferença é pouco acentuada em todos os manuais considerados, exceto nos manuais 5º/6ºME2 e 5º/6ºME3, em que a relação entre os episódios implícitos/explicitos é mais relevante.

Tal como se verificou para os manuais escolares portugueses, também para os manuais espanhóis, a distribuição de episódios explícitos e implícitos não é a mesma por dimensão, como se verifica no gráfico da figura 26.

Da leitura do gráfico da figura 26 percebe-se bem que relativamente à dimensão A (*Discurso/informação facultada*), mesmo quando o número de episódios é relevante (5º/6ºME2 e 5º/6ºME4), o número de episódios implícitos é superior aos explícitos (exceto nos 5º/6ºME1, que apresentam mais 1 episódio explícito, e por isso com pouco significado). Quanto à dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem*), também se percebe bem que na maior parte dos manuais é quase inexistente, se excetuarmos os manuais 5º/6ºME3, e na maioria implícitos.

Episódios por dimensão nos manuais escolares espanhóis de 5º/6º ano de Ciências

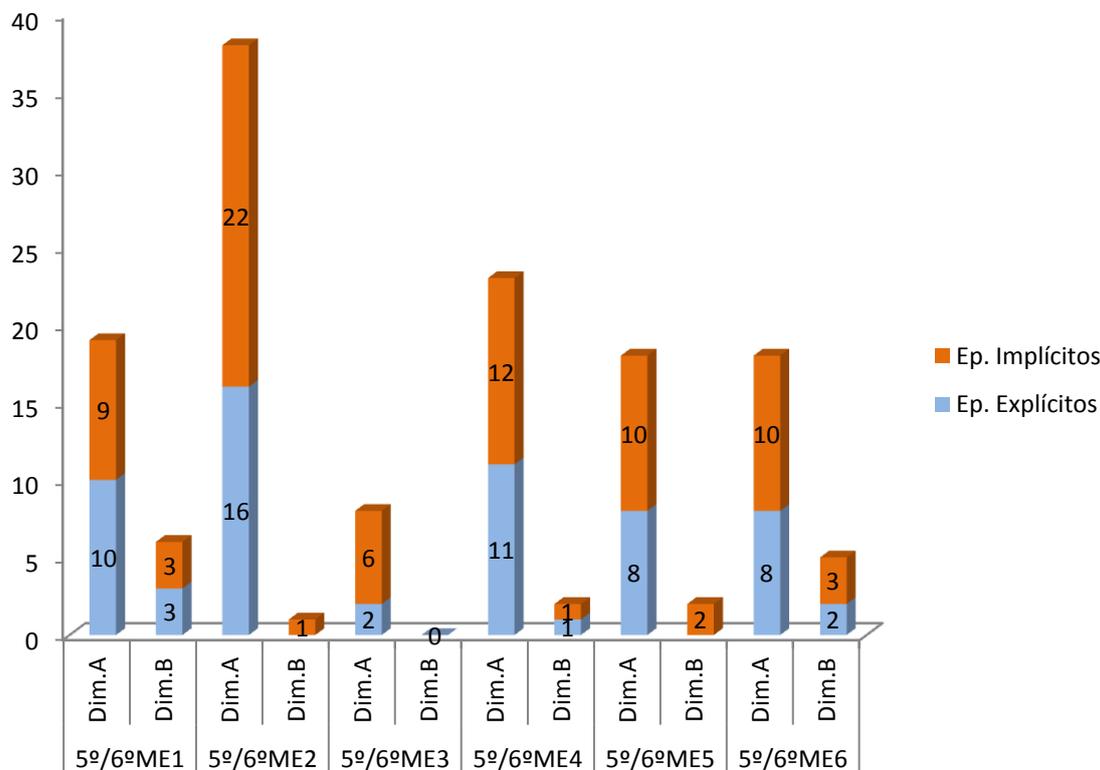


Figura 26: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão nos manuais escolares espanhóis de 5º/6ºano de Ciências.

Face aos dados anteriores, podemos concluir que, de todos os manuais espanhóis de Ciências considerados, os manuais 5º/6ºME2 e 5º/6ºMP4 são aqueles que mais utilizam um discurso/informação que promove a Educação em Ciências segundo a perspetiva CTSA, embora muitos dos episódios que identificamos não expressem as relações CTSA de forma evidente. Estes resultados permitem-nos afirmar que houve alguma preocupação dos autores destes manuais escolares, ainda que com escassa formação neste âmbito, em incorporar a perspetiva CTSA no *Discurso/informação facultada* e, portanto, os professores e os alunos que usem/consultem estes recursos educativos terão acesso a mais referências CTSA do que aqueles que usem outros, como por exemplo os manuais 5º/6ºME3 e 5º/6ºME5. Relativamente às *Atividades de ensino/aprendizagem propostas*, os alunos e os professores não têm acesso a muitas referências CTSA, exceto aqueles que usem/consultem os manuais 5º/6ºME1 e 5º/6ºME6, ainda que insuficientes e pouco perceptíveis.

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

Na tabela que se segue podemos apreciar uma visão global do número de episódios explícitos (E) e implícitos (I) por indicador/dimensão identificados nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º/6º ano.

Tabela 32: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador, contemplados nos manuais escolares espanhóis de Ciências de 5º/6º ano

		Indicadores (n = 13)													Total episódios por manual	
Manual	Episódio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4		
5º/6ºME1	E	2	0	0	6	1	0	1	0	0	0	3	0	0	13	25
	I	3	0	0	4	1	0	1	0	0	0	3	0	0	12	
5º/6ºME2	E	1	2	0	2	3	2	2	0	4	0	0	0	0	16	39
	I	3	6	0	8	0	2	0	0	3	0	1	0	0	23	
5º/6ºME3	E	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	8
	I	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
5º/6ºME4	E	1	1	2	2	2	0	2	0	1	0	1	0	0	12	25
	I	3	2	0	1	3	0	3	0	0	0	1	0	0	13	
5º/6ºME5	E	2	0	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	8	20
	I	2	0	0	4	3	0	0	0	1	0	2	0	0	12	
5º/6ºME6	E	0	0	0	2	1	1	2	0	2	0	2	0	0	10	23
	I	4	0	0	2	1	0	0	0	3	0	3	0	0	13	
Total episódios por indicador	E	7	3	2	15	9	3	8	0	8	0	6	0	0		140
	I	19	8	0	21	8	2	4	0	7	0	10	0	0		
	T	26	11	2	36	17	5	12	0	15	0	16	0	0		

Pela observação da tabela 32, claramente se constata uma desigualdade de episódios por indicador/dimensão, quer explícitos, quer implícitos, nos 6 manuais escolares espanhóis analisados. Nos manuais escolares espanhóis analisados não se verifica a ocorrência de todos os indicadores previstos no instrumento de análise, quer na dimensão A (*Discurso/informação facultada*), quer na dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem*) e a frequência dos episódios não é a mesma por indicador/dimensão. Para alguns indicadores o número de episódios é razoável, noutros reduzido, noutros é inexistente. No conjunto dos manuais analisados, dos 13 indicadores contemplados no instrumento de análise, identificaram-se 9, 8 indicadores da dimensão A (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A9) e 1 indicador da dimensão B (B2).

Relativamente à dimensão A, o indicador mais representado é o A4 (*Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente, perante problemas*

sociais e ambientais), com 36 episódios, seguido do indicador A1 (*Explora os tópicos de Ciências em função da utilidade social*), com 26 episódios. Os indicadores A5 (*Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*) e A9 (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico*), embora não tão representados como os indicadores A4 e A1, destacam-se dos restantes, com 17 episódios e 15 episódios, respetivamente.

Perante estes resultados, percebemos que os manuais escolares espanhóis de Ciências valorizam mais temas que abordam problemas socio-ambientais e conteúdos científicos em função da utilidade social. Relativamente aos temas relacionados com os problemas socio-ambientais, os resultados já eram previsíveis, já que a conservação do ambiente faz parte dos conteúdos científicos de 5º e 6º ano de Ciências da Educação Primária em Espanha. Porém, uma vez que a Tecnologia e os avanços tecnológicos figuram como conteúdos do programa da Educação Primária, era espectável que os temas relacionados com tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia (indicador A5) e relacionados com diferentes tecnologias que mudam a forma de viver das pessoas (indicador A7) fossem explorados de forma mais significativa.

Os restantes indicadores contemplam um reduzido número de episódios e o indicador A8 (*Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade*), relacionado com a aplicação da atividade científica, métodos e processos utilizados pela Ciência/Tecnologia, e sua utilidade pela Sociedade, não apresenta episódios.

Quanto à dimensão B apenas foram identificadas referências CTSA do indicador B2 (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*), 16 episódios, na sua maioria implícitos. Os outros indicadores B1 (*Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifeste a interação CTSA*), B3 (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, de laboratório, ..., para se explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro*), e B4 (*Apresenta situações de aplicação ao dia-a-dia, dos novos*

conhecimentos, onde esteja presente a interação CTSA, no final das atividades propostas), não foram identificados. Mesmo em relação ao indicador B2, consideramos o número de episódios muito reduzido e, portanto, insuficiente para promover, ao nível dos manuais, alguma orientação CTSA. Estes resultados dão-nos a perceber que os autores de manuais escolares espanhóis, ao nível das atividades propostas, continuam a perpetuar um ensino das Ciências essencialmente transmissivo, caracterizado por sugestões fechadas e factuais, tal como já referimos. Esta ideia reforça-se ao observar o número reduzido de atividades de debates, pesquisas e discussão de temas controversos onde se manifestem interações CTSA, e a completa ausência de atividades que permitam a aplicação dos conhecimentos científicos ao dia-a-dia e atividades práticas, experimentais, laboratoriais e/ou que envolvem os alunos em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico onde se manifestem as interações CTSA.

4.2.4 - Síntese e discussão global de resultados – Comparação entre os manuais escolares portugueses e os manuais escolares espanhóis

Para efetuar o estudo comparativo entre os manuais escolares de Ciências portuguesas de 5º e 6ºano (2ºCiclo) e os manuais escolares de Ciências espanhóis de 5º e 6ºano (3ºCiclo) agruparam-se os resultados dos manuais escolares portugueses. Isto foi possível porque os manuais escolares portugueses de Ciências de 5º/6º ano são da mesma editora/autores e a forma de integração da perspectiva CTSA é a mesma. Estes resultados apresentam-se na tabela 33.

Tabela 33: Incorporação da perspectiva CTSA nos manuais escolares portugueses (MEP) e nos manuais escolares espanhóis (MEE).

Incorporação da Perspetiva CTSA		MEP 5º/6ºano						MEE 5º/6ºano					
Indicadores		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Presente	De forma integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas ao longo das diferentes unidades temáticas.	x	x				x						
	De forma integrada nos conteúdos didáticos e nas atividades propostas em determinadas unidades temáticas.							x	x	x	x	x	x
	Em sessões próprias denominadas CTSA ou com outras denominações.	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Ausente		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Da análise que efetuámos e pela observação da tabela 33, resulta perceptível que, a perspetiva CTSA está presente, quer nos manuais escolares portugueses (MEP), quer nos manuais escolares espanhóis (MEE), embora de forma diferente. No caso dos manuais escolares portugueses, alguns apresentam a perspetiva CTSA integrada nos conteúdos didáticos e/ou nas propostas de atividades ao longo das unidades temáticas e em secções designadas CTSA ou com outras designações (manuais 5º/6ºMP1, 5º/6ºMP2 e 5º/6ºMP6), noutros aparece contemplada em secções denominadas CTSA ou outras designações (manuais 5º/6ºMP3, 5º/6ºMP4 e 5º/6ºMP5).

No caso dos manuais escolares espanhóis, a perspetiva CTSA está presente de forma integrada nos conteúdos/atividades, mas apenas em determinadas unidades temáticas, geralmente relacionadas com a Tecnologia e os avanços tecnológicos e/ou a conservação do Ambiente. Nestes manuais, à exceção dos 5º/6ºME3, ainda aparecem secções onde se podem perceber interações CTSA, ainda que não tenham essa designação, aparecem com denominações como: *El mundo que queremos*; *Planeta amigo*; *Ventanas al mundo*.

Independentemente da forma como a abordagem CTSA é incorporada nos manuais, quer portugueses, quer espanhóis, percebemos que o número de episódios é bastante diferente, 332 nos MEP e 140 nos MEE. A tabela 34 regista o número de episódios por dimensão nos manuais escolares de Ciências dois países.

Tabela 34: Número de episódios por dimensão nos manuais escolares portugueses e espanhóis de 5º/6ºano.

Dimensão	MEP	MEE
A – Discurso/informação facultada	260 (78,3%)	124 (88,6%)
B – Atividades de ensino/aprendizagem	72 (21,7%)	16 (11,4%)
Total	332 (100%)	140 (100%)

A observação da tabela 34 permite perceber que o número de episódios identificados nos MEP de 5º e 6º ano representa quase o triplo do número de episódios identificados nos MEE dos anos equivalentes. Independentemente dessa discrepância, quer nos MEP, quer nos MEE, a dimensão que contempla mais episódios é a dimensão *Discurso/informação facultada*, com 260 episódios nos MEP e 124 episódios nos MEE.

A dimensão *Atividades de ensino/aprendizagem* registou 72 episódios nos MEP e apenas 16 episódios nos MEE. Neste caso, no que concerne às atividades de ensino/aprendizagem, as sugestões CTSA são muito limitadas ou quase inexistentes. Mais uma vez, independentemente do número de episódios, estes resultados parecem indicar que os MEP e os MEE fornecem, a professores e alunos, referências CTSA no *Discurso/informação facultada*, mas o mesmo não acontece com as *Atividades de ensino/aprendizagem*, cujas propostas são em número reduzido nos MEP e quase inexistentes nos MEE.

Nos MEP, os episódios da dimensão *Discurso/informação facultada* representam 78,3% do total de episódios identificados e os episódios da dimensão *Atividades de ensino/aprendizagem* correspondem a 21,7% do total. Nos MEE, os episódios da dimensão *Discurso/informação facultada* representam 88,6% do total de episódios identificados e os episódios da dimensão *Atividades de ensino/aprendizagem* representam 11,4%. Esta realidade permite-nos refletir que, tanto os autores dos MEP, como os dos MEE, parecem ter mais dificuldade em incorporar a perspetiva CTSA nas *Atividades de ensino/aprendizagem* que propõem do que no *Discurso/informação* que facultam, talvez por ser mais difícil produzir/elaborar uma atividade de ensino de índole CTSA do que um texto, ou talvez devido à falta de formação de cariz CTSA.

Dado que o grau de explicitação dos episódios CTSA identificados não é sempre o mesmo, para uma melhor perceção e análise comparativa do estudo efetuado aos MEP e aos MEE, apresentamos os resultados em gráfico. Primeiro apresentamos um gráfico com os dados globais (gráfico da figura 27) no qual se ilustra o número de episódios explícitos e implícitos das duas dimensões em análise (*Discurso/informação facultada* e *Atividades de ensino/aprendizagem*), seguido de gráficos por indicador para cada dimensão. Nestes gráficos por indicador/dimensão (figuras 28 e 29) discriminamos o número de episódios por indicador, que nos permite evidenciar, de forma mais completa, a comparação do número de episódios, quer explícitos, quer implícitos, dos MEP e dos MEE.

O gráfico da figura 27 apresenta, de forma comparativa, o número de episódios explícitos e implícitos identificados por dimensão: *Discurso/informação facultada* (dimensão A) e *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas (dimensão B), nos manuais escolares portugueses (ver anexo E) e nos manuais escolares espanhóis.

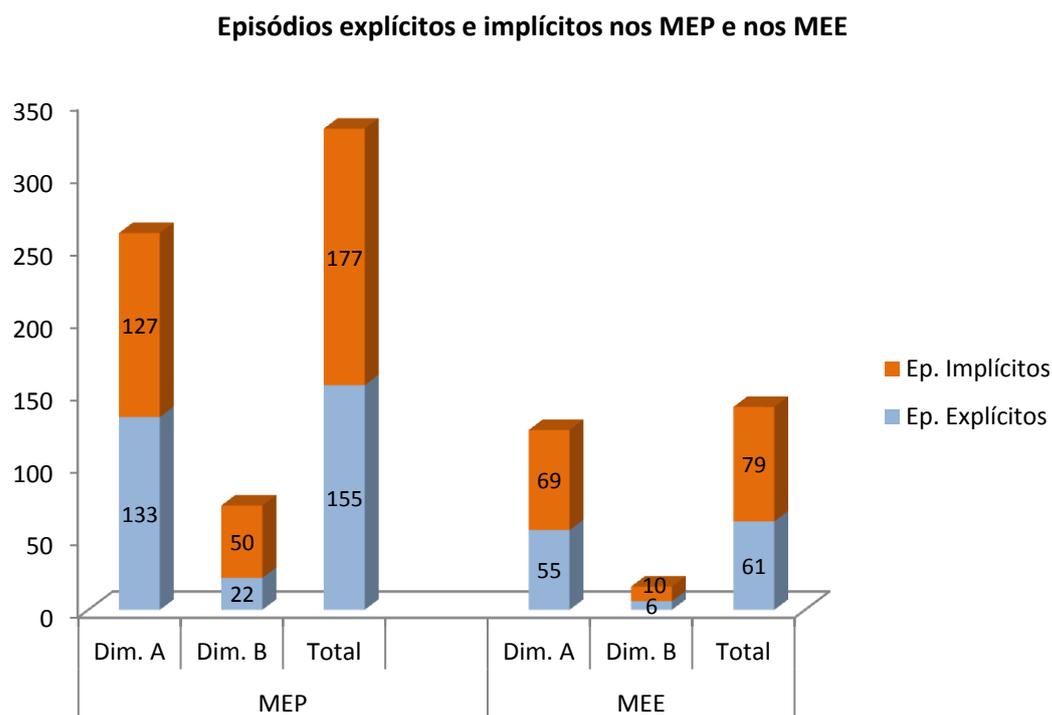


Figura 27: Número de episódios explícitos e implícitos por dimensão, A (discurso/informação facultada) e B (Atividades de ensino/aprendizagem propostas), nos manuais escolares portugueses (MEP) e nos manuais escolares espanhóis (MEE).

Pela observação do gráfico da figura 27, podemos constatar que o número de episódios implícitos é superior ao número de episódios explícitos, quer nos MEP (177 implícitos e 155 episódios explícitos), quer nos MEE (79 implícitos e 61 episódios explícitos). Apesar dos MEP apresentarem mais episódios do que os MEE, a relação entre os episódios explícitos e implícitos nos manuais de cada país (MEP e MEE) é bastante idêntica. Nos MEP os episódios explícitos correspondem a 46,7% do total de episódios identificados e os implícitos correspondem a 53,3%. Nos MEE, os episódios explícitos correspondem a 43,6% do total de episódios identificados e os implícitos representam 56,4%. Independentemente das diferenças entre os MEP e os MEE, em termos de episódios CTSA, a partir dos dados disponíveis consideramos que o número de episódios, nomeadamente explícitos (aqueles que manifestam as interações CTSA de forma clara e perceptível, principalmente para os alunos), não é suficiente para que se possa dizer que os manuais contribuem para a promoção de uma adequada, e desejável, educação CTSA. Pois os episódios implícitos, ainda que possam contribuir para esse objetivo, dependem, para esclarecimento das potenciais ideias CTSA, que estão

subjacentes no discurso ou nas atividades, mas não claramente perceptíveis, da formação/domínio que os professores de Ciências têm desta perspectiva de ensino.

Para além disso, e tal como já foi referido, a frequência de episódios explícitos e implícitos é muito diferente nas duas dimensões consideradas no instrumento de análise (dimensão A - discurso/informação facultada e dimensão B - atividades de ensino/aprendizagem propostas) e também diferente em relação aos indicadores de cada dimensão. Essa diferente distribuição, de episódios explícitos e implícitos por dimensão/indicador, que apresentamos nos gráficos das figuras 28 e 29, ajudar-nos-á a ter uma melhor percepção, fundamentação e ampliação da conclusão anteriormente apresentada, porque nos permitem uma análise “mais fina” dos manuais.

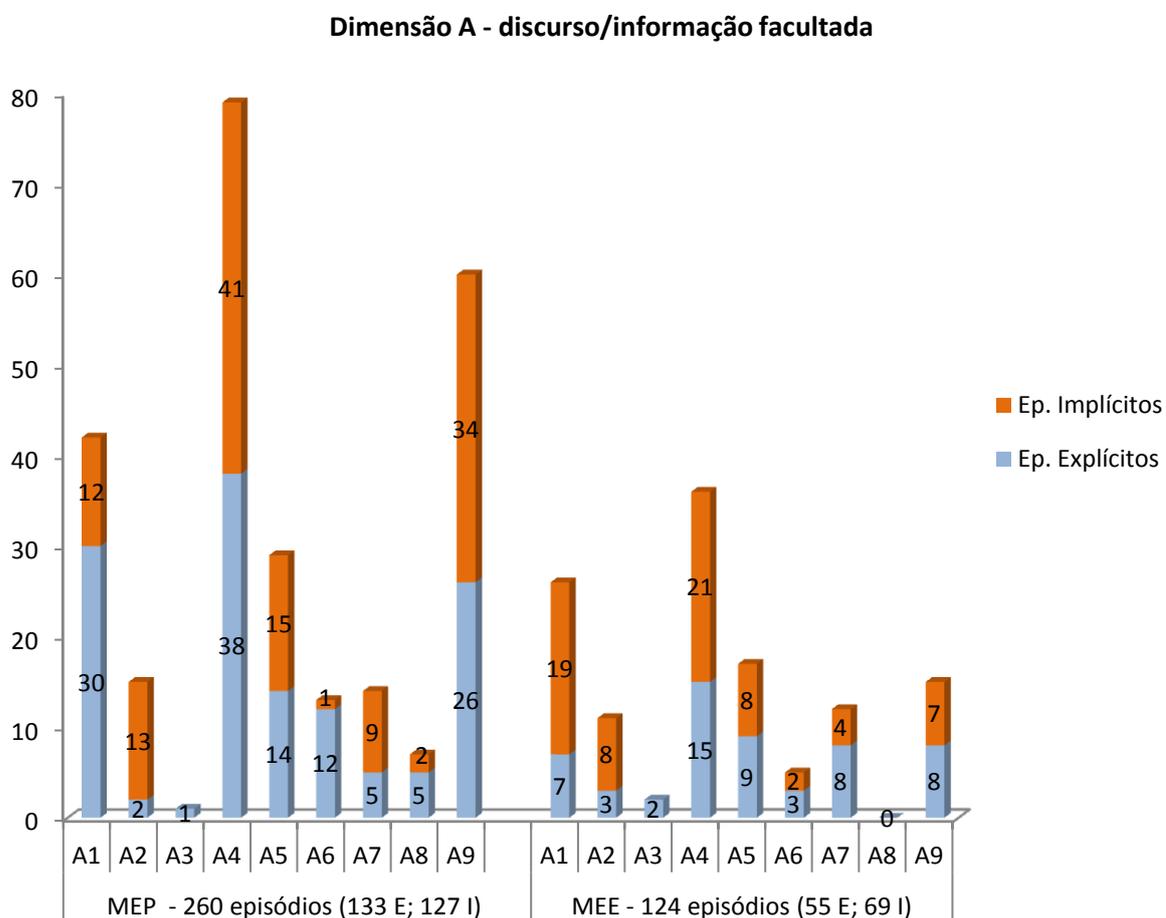


Figura 28: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão A (Discurso/informação facultada), nos MEP e nos MEE.

Pela observação do gráfico da figura 28, relativamente à dimensão A, relacionada com o texto incluído nos manuais, tendo em conta o discurso utilizado e os conteúdos CTSA que transmitem, constatamos que a maioria dos episódios explícitos se

refere a 4 indicadores (A1, A4, A5 e A9) tendo, nos MEE, em relação ao geral, alguma expressão o indicador A7. É também nestes indicadores (A1, A4, A5 e A9) que se concentram os episódios implícitos, tendo, ainda, alguma expressão o indicador A2 no caso português.

Nos manuais dos dois países, o indicador mais representado com episódios explícitos é o indicador A4, relacionado com o desenvolvimento de atitudes críticas, mas fundamentadas cientificamente, sobre problemas sociais e ambientais, sendo que nos manuais portugueses têm, até, uma boa representatividade (38 episódios explícitos). Também os indicadores A1, A5 e A9, como podemos observar, têm alguma expressão, nomeadamente nos MEP. Estes indicadores referem-se à necessidade de explorar os tópicos de Ciências em função da sua utilidade social (A1) e de dar exemplos de tecnologias recentes que tenham aplicação ao dia-a-dia (A5) que, em relação com a expressão dos outros indicadores, ganha alguma representatividade nos MEE, talvez porque a Tecnologia e os avanços tecnológicos são conteúdos que fazem parte do programa da Educação Primária em Espanha. A necessidade de apresentar informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que fomente a compreensão das interações CTSA e o espírito crítico (A9), sendo bastante valorizada nos MEP, também nos MEE tem alguma expressão, sendo um dos três indicadores que apresentam mais episódios explícitos do que implícitos ainda que a diferença seja muito reduzida.

A partir destes resultados parece poder dizer-se que as ideias CTSA nos manuais escolares dos dois países se expressam principalmente em temas que abordam problemas de carácter social e ambiental, em que são dadas informações provenientes do conhecimento científico e tecnológico, se explora a Ciência em função da sua utilidade social e são dados exemplos da utilização de tecnologias recentes no dia-a-dia, como maior relevância para os MEP em relação aos MEE. No entanto, em muitos casos todas estas evidências e relações CTSA, não são claramente exploradas, ficando implícitas no discurso proporcionado.

Parece não haver a pretensão de “ir mais longe” pois, muitas vezes, os conteúdos de Ciências ainda assumem um carácter essencialmente disciplinar e transmissivo, não exploram a relação de interdependência da Tecnologia com o conhecimento científico, sendo esta vista, muitas vezes, como um artefacto, um instrumento ou aplicação técnica que atende às necessidades humanas. O trabalho dos cientistas, as pressões que podem sofrer (indicador A2) são poucas e, fundamentalmente implícitas nos manuais dos dois

países, e são poucas as informações esclarecedoras acerca das questões éticas, morais e sociais relacionadas com o trabalho dos cientistas. No caso dos MEE, assinala-se que estas informações fazem parte, quase exclusivamente, dos manuais escolares 5º/6ºME2. São raros os textos que informam sobre o trabalho realizado pelos cientistas em situações reais, das suas motivações e interesses, das interações com outros cientistas, da coletivização do conhecimento científico, ou mesmo, dos seus êxitos e fracassos, e, portanto, a dimensão psicológica e sociológica interna da Ciência é pouco abordada nos manuais. São poucas as informações relacionadas com os avanços científicos e as vantagens da aplicação da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente, e omitem os impactos, principalmente os negativos, bem como os limites da aplicação da Ciência (indicador A6). Também as informações relacionadas com diferentes realidades tecnológicas que mudam a forma de viver das pessoas omitem a influência da Sociedade no aparecimento de diferentes realidades tecnológicas (indicador A7).

Chamamos a atenção, quer nos MEP, quer nos MEE, para a ausência, quase absoluta, de temas relacionados com a Ciência e a Tecnologia que encorajem os alunos a mudar de opinião, a fazer analogias e a dar explicações (indicados A3). A explicitação dos métodos, das etapas e das decisões tomadas face às possíveis utilizações pela Sociedade (indicador A8) nos MEP estão relacionadas com a aplicação da atividade científica, métodos e processos utilizados pela Ciência/Tecnologia e sua utilidade pela Sociedade, são pouco referenciadas e, no caso dos MEE, são inexistentes.

Pelas razões apresentadas, percebemos que a perspetiva CTSA está incorporada no *Discurso/informação facultada*, quer nos MEP, quer nos MEE, sendo mais relevante nos MEP, mas em ambos de forma insuficiente e não explorada nas suas potencialidades. Mais uma vez, consideramos que a interpretação das ideias dos indicadores identificados, por vezes em número bastante reduzido, e na sua maioria implícitos, depende da formação que os professores têm para saber abordar a Ciência na perspetiva das suas relações com a Tecnologia a Sociedade e o Ambiente.

Relativamente às atividades de ensino/aprendizagem dos manuais (dimensão B), o gráfico da figura 29 contém os dados obtidos, por indicador explícito/implícito.

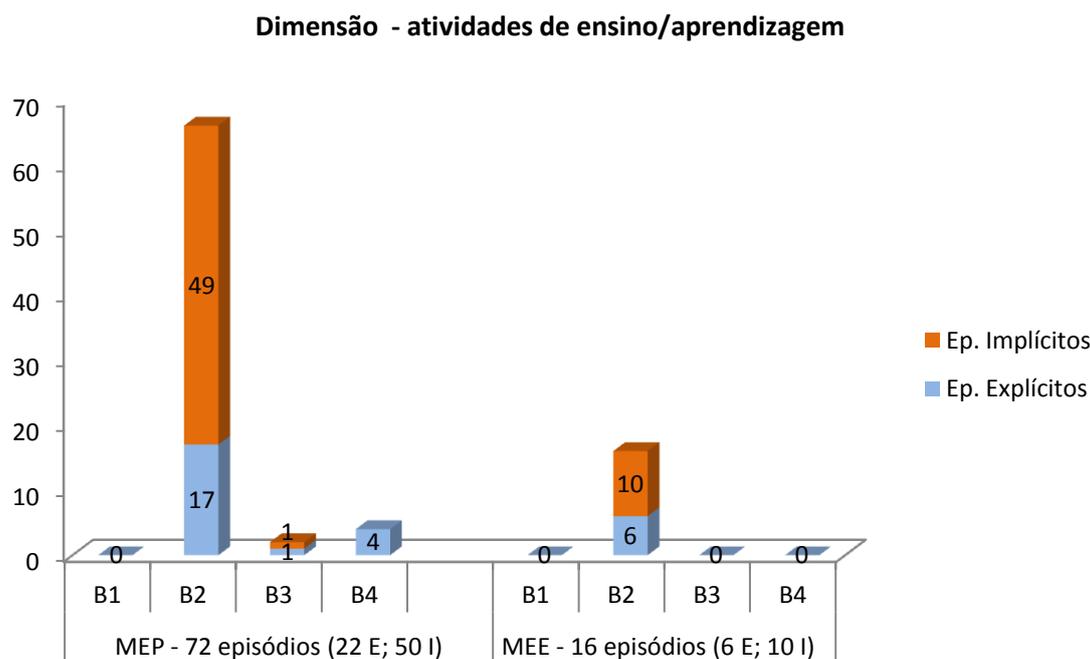


Figura 29: Episódios explícitos e implícitos por indicador da dimensão B (Atividades de ensino/aprendizagem), nos MEP e nos MEE

Os dados do gráfico mostram que as atividades de ensino/aprendizagem propostas pelos manuais (dimensão B), não fomentam o despertar, o entendimento/a compreensão das interações CTSA. O único indicador com alguma representatividade, e apenas nos MEP, é o indicador B2, mas com episódios majoritariamente implícitos.

Os MEP, apesar de, muitas vezes, as ideias CTSA estarem pouco claras (preponderância de episódios implícitos), ainda propõem, com alguma ênfase, atividades de simulação da realidade, que levam o aluno a pôr-se no lugar do outro e a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, os MEE fazem-no bastante menos. Só os MEP, e neste caso com pouca relevância, apresentam no final das atividades, situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos, onde estejam presentes as interações CTSA (indicador B4). Ainda com menos relevância, apenas com 2 episódios (1 explícito e 1 implícito), mas, igualmente, apenas nos MEP aparecem propostas de atividades experimentais para compreender e avaliar as inter-relações CTSA, nomeadamente aquelas que podem vir a interferir na vida pessoal dos alunos. Nem uns nem os outros (MEP e MEE) apresentam propostas que levem ao envolvimento do aluno em projetos onde se manifestem as interações CTSA que seja promotores de capacidades de

pensamento crítico. Nos manuais escolares espanhóis, ao nível das atividades propostas, a abordagem CTSA é muito limitada, apenas se identificaram episódios do indicador B2, em número reduzido e a maior parte implícitos.

Quer nos MEP, quer nos MEE, o número de evidências identificado é insuficiente para promover uma Educação CTSA, nomeadamente, no que diz respeito às atividades propostas. Nos MEE, a metodologia seguida perpetua ainda mais do que nos MEP um ensino das Ciências essencialmente transmissivo, caracterizado por questões fechadas e factuais. Concluimos referindo que as atividades e projetos de índole CTSA, em que se promovam debates, pesquisas, discussão de temas controversos, situações de aplicação ao dia-a-dia, bem como atividades em que se estabeleçam relações entre o trabalho experimental e o “saber fazer” relacionado com aspetos práticos da vida porque promovem o pensamento crítico parecem ser conceptualmente mais difíceis de concretizar do que do que a construção de informação CTSA.

Terminamos apresentando uma tabela (tabela 35) onde pode apreciar-se uma visão global e comparativa do número de episódios explícitos (E) e implícitos (I), por indicador de cada dimensão, dimensão A (*Discurso/informação facultada*) e dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem*), para os manuais escolares portugueses (MEP) e para os manuais escolares espanhóis (MEE).

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

Tabela 35: Episódios explícitos (E) e implícitos (I), por indicador, contemplados nos manuais escolares portugueses (MEP) e nos espanhóis (MME).

		5º/6ºLTP						5º/6ºLTE					
						Total						Total	
		155E	46,7%	177I	53,3%	332	100%	61E	43,6%	79I	56,4%	140	100%
Dimensão/Indicadores (n=13)													
A - Discurso/informação facultada	A1 - Explora os tópicos de ciências em função da utilidade social.	30	9,0%	12	3,6%	42	12,7%	7	5,0%	19	13,6%	26	18,6%
	A2 - Mostra que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas.	2	0,6%	13	3,9%	15	4,5%	3	2,1%	8	5,7%	11	7,9%
	A3 - No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias, autónoma e voluntariamente; (ii) mudar as suas opiniões; (iii) fazer analogias; (iv) dar explicações.	1	0,3%	0	0,0%	1	0,3%	2	1,4%	0	0,0%	2	1,4%
	A4 - Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais.	38	11,4%	41	12,3%	79	23,8%	15	10,7%	21	15,0%	36	25,7%
	A5 - Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia.	14	4,2%	15	4,5%	29	8,7%	9	6,4%	8	5,7%	17	12,1%
	A6 - Informa o aluno sobre vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente.	12	3,6%	1	0,3%	13	3,9%	3	2,1%	2	1,4%	5	3,6%
	A7 - Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais.	5	1,5%	9	2,7%	14	4,2%	8	5,7%	4	2,9%	12	8,6%
	A8 - Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade.	5	1,5%	2	0,6%	7	2,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	A9 - Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico.	26	7,8%	34	10,2%	60	18,1%	8	5,7%	7	5,0%	15	10,7%
Número de indicadores (Ind.) /episódios (Ep.) na dimensão A		9 Ind. /260 Ep.(78,3%)						8 Ind./124 Ep.(88,6%)					
B - Atividades de ensino/aprendizagem	B1 -Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifestem as interações CTSA.	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	B2 -Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico.	17	5,1%	49	14,8%	66	19,9%	6	4,3%	10	7,1%	16	11,4%
	B3 -Propõe a realização de atividades (práticas, experimentais, laboratoriais, ...), para se explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro.	1	0,3%	1	0,3%	2	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	B4 - Apresenta, no final das atividades, propostas situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos, onde estejam presentes as interações CTSA.	4	1,2%	0	0,0%	4	1,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Número de indicadores (Ind.)/episódios (Ep.) na dimensão B		3 Ind./72 Ep.(21,7%)						1Ind./16Ep.(11,4%)					
Número total de indicadores contemplados		12 Indicadores						9 Indicadores					

4.3 – Relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Portugal e de Espanha - Principais semelhanças e diferenças (3ª fase do estudo)

Nesta secção pretendemos analisar a recontextualização/interpretação que é feita nos manuais escolares de Ciências portuguesas e espanholas das recomendações dos Documentos Oficiais Curriculares de cada país. Para além disso, faremos essa análise de forma comparativa.

Para fazer a análise que referimos, estabeleceram-se alguns aspetos a serem justapostos, para identificarmos a partir deles, as semelhanças e as diferenças mais significativas que permitiram analisar e caracterizar a relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares dos dois países.

Esta análise foi feita de acordo com a correspondência⁴ que se estabelece entre as dimensões do instrumento de análise de Documentos Oficiais Curriculares (IA/DOC) e as dimensões do instrumento de análise dos manuais escolares (IA/ME), segundo a seguinte ordem:

- 1º. Relação entre dimensão *Finalidades* do IA/DOC e as dimensões A (*Discurso/informação facultada*) e B (*Atividades de ensino/aprendizagem*) do IA/ME;
- 2º. Relação entre a dimensão *Conhecimentos* do IA/DOC e a dimensão A (*Discurso/informação facultada*) do IA/ME;
- 3º. Relação entre a dimensão *Procedimentos Metodológicos* do IA/DOC e a dimensão B (*Atividades de ensino/aprendizagem*) do IA/ME.

A relação que vamos estabelecer de seguida foi, então, feita com base nas análises aos Documentos Oficiais Curriculares portugueses e espanhóis (1ª fase do estudo) e aos manuais escolares de Ciências de 5º e 6º ano dos dois países (2ª fase do estudo).

4.3.1. Relação entre a Dimensão Finalidades do IA/DOC e as Dimensões A e B do IA/ME

A dimensão Finalidades da Educação em Ciências, tal como referimos anteriormente, representa o eixo central de toda a relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os Manuais Escolares, uma vez que a relacionamos com as dimensões A

⁴ Ver procedimentos metodológicos – secção 6.1.3 do capítulo 3.

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

(Discurso/informação facultada) e B (Atividades de ensino/aprendizagem) do instrumento de análise dos manuais.

A dimensão Finalidades do instrumento de análise de Documentos Oficiais Curriculares é composta pelos parâmetros F.P1 (*Desenvolvimento de capacidades*), F.P2 (*Desenvolvimento de atitudes e valores*) e F.P3 (*Educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente*). Os indicadores destes parâmetros relacionam-se com todos os indicadores da dimensão A e com todos os indicadores da dimensão B do instrumento de análise de manuais escolares.

A tabela 36 apresenta a relação entre a dimensão Finalidades do IA/DOC e as dimensões A (Discurso/informação facultada) e B (Atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME.

Tabela 36: Relação entre a dimensão Finalidades do IA/DOC e as dimensões A (Discurso/informação facultada) e B (Atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME.

	Finalidades	Portugal	Espanha
	43 Episódios (53,8%) em Port. e 43 Episódios (64,2%) em Esp.		
DOC	FP1 – Desenvolvimento de Capacidades. FP1.a. Propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos...a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico.	Referências muito significativas, quase todas explícitas (50% episódios explícitos em Portugal e 61,2% em Espanha).	
	FP2 – Desenvolvimento de Atitudes e valores. FP2.a. Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos.	Valorizam o desenvolvimento pessoal (capacidades e atitudes/valores) e social dos alunos (educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente)	
	FP3 – Educação para a Cidadania, sustentabilidade e ambiente. FP3.a. Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente. FP3.b. Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.		
ME	Discurso/informação facultada (respetivos indicadores) 260 Episódios (78,3%) em Port. e 124 Episódios (88,6%) em Esp.	Referências maioritariamente explícitas (40,1% Exp. E 38,2% Imp.).	Referências maioritariamente implícitas (39,3% Exp. e 49,3% Imp.).
	Atividades de ensino/aprendizagem (respetivos indicadores) 72Episodios (21,7%) em Port. e 16Ep. (11,4%) em Esp.	Poucas atividades CTSA, maioritariamente implícitas (6,6% Exp. e 15,1% Imp).	Raras atividades CTSA maioritariamente implícitas (4,3% Exp. e 7,1% Imp).

Segundo a análise efetuada aos Documentos Oficiais Curriculares, constatou-se que, quer os Documentos Oficiais portugueses (DOP), quer os Documentos Oficiais espanhóis (DOE), valorizam o desenvolvimento pessoal (capacidades e atitudes/valores: indicadores F.P1.a e F.P2.a) e social dos alunos (educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente: indicadores F.P3.a e F.P3.b), e fazem-no de forma bastante clara e evidente. Em ambos os documentos podemos perceber várias indicações explícitas que apontam para o desenvolvimento de capacidades, atitudes e valores em que as preocupações sociais e ambientais estão consideradas. Foram identificadas várias evidências que apontam para a necessidade de desenvolver nos alunos princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, quer individuais, quer coletivas. De realçar também, as referências nos dois documentos, à necessidade de desenvolver decisões conscientes e informadas face à ação humana no ambiente, bem como o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente, embora se restrinjam a escala local.

Por sua vez, pela análise efetuada aos manuais escolares de Ciências portuguesas e espanholas, percebemos que tanto os MEP, como os MEE, expressam as *Finalidades* da Educação em Ciências, quer no seu *Discurso/informação facultada* (dimensão A), quer nas *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas (dimensão B), embora não de forma tão evidente como as Orientações Curriculares.

Quer os MEP, quer os MEE, fomentam o desenvolvimento de capacidades, princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivas, o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente e envolvem o aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente no seu *Discurso/informação facultada*. Porém, em ambos os casos (MEP e MEE), surgem essencialmente em secções próprias orientadas para a cidadania e valores, geralmente no fim ou início de unidade, ou em algumas unidades relacionadas com a segurança alimentar e a proteção do ambiente. No caso dos MEE, estas referências, além de serem menos significativas, são maioritariamente implícitas.

Relativamente às *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas pelos manuais, constatamos que nos MEP são poucas, e nos MEE são raras as atividades que promovem o desenvolvimento pessoal e social dos alunos de acordo com uma Educação CTSA. Quer os MEP, quer os MEE, apresentam atividades com estratégias de resolução muito padronizadas, fechadas e com solução imediata que apenas são orientadas para a

repetição de ideias expressas no texto que as acompanha. Trata-se de questões de interpretação simples e direta do texto informativo, essencialmente de questionamento factual, que não contribuem para uma Educação CTSA. Prevalece a falta de atividades que levem o aluno à indagação e argumentação científica, à discussão e comunicação de resultados, à interpretação de situações, à interação com pares, onde se manifestem as inter-relações CTSA de forma permitir o desenvolvimento pessoal (desenvolvimento de capacidades, valores e atitudes) e social (educação para a cidadania e sustentabilidade) dos alunos propostas nas finalidades dos DOC. No que diz respeito ao desenvolvimento de processos científicos, à resolução de problemas e à melhoria do pensamento crítico, muitas das atividades propostas referem-se a capacidades de como observar, experimentar e interpretar, mas sem “exigirem” a compreensão das interações CTSA.

Estes resultados mostram que, apesar dos DOP e dos DOE, enfatizarem explicitamente o *porquê ensinar Ciência* (dimensão Finalidades), nos MEP e nos MEE, estas referências são menos expressivas e, essencialmente, implícitas.

Face ao que acabamos de referir, percebemos que qualquer professor ou autor de manuais escolares que consulte os Documentos Oficiais Curriculares, de um e do outro país, tem referências muito claras sobre o *porquê ensinar Ciências* na perspetiva CTSA. Porém, o mesmo não acontece com os alunos ou os professores que usem/consultem os manuais escolares analisados, cuja interpretação depende da formação que os professores têm no âmbito desta perspetiva. Perante estes resultados, podemos afirmar que os autores dos manuais escolares portugueses e espanhóis não seguiram, de forma adequada, as orientações curriculares, no que respeita às Finalidades da Educação em Ciências de índole CTSA e, por isso, parece poder concluir-se que há uma descontinuidade negativa entre o discurso dos Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares dos dois países no que respeita ao *porquê ensinar Ciências* na perspetiva CTSA.

4.3.2. Relação entre a Dimensão Conhecimentos do IA/DOC e a Dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME

Recordamos que a dimensão *Conhecimentos* (C) do IA/DOC integra cinco parâmetros (C.P1, C.P2, C.P3, C.P4 e C.P5) que, por sua vez, se desdobram em vários indicadores que se relacionam com um ou mais indicadores da dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.

Do parâmetro C.P1 (Pertinência do enfoque de temas/conteúdos) fazem parte os indicadores **C.P1.a.** (*Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia*) e **C.P1.b.** (*Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social*). Este parâmetro/indicadores relacionam-se com o indicador **A1** (*Explora os tópicos de Ciências em função da utilidade social*) do IA/ME.

A tabela 37 apresenta a relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P1 - Pertinência do enfoque de temas/conteúdos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.

Tabela 37: Relação entre dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P1- Pertinência do enfoque de temas/conteúdos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME

Conhecimentos		Portugal	Espanha
CP1 – Pertinência do enfoque de temas. 9 Episódios (11,3%) em Port. e 5 Episódios (7,5%) em Esp.			
DOC	C.P1.a - Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia.	Referências CTSA todas explícitas (11,3% Exp.). Ensino das Ciências contextualizado partindo dos conhecimentos prévios dos alunos e do seu dia-a-dia (1 Ep./ 1,3%).	Referências CTSA todas explícitas (7,5% Exp.). Ensino das Ciências contextualizado partindo dos conhecimentos prévios dos alunos e do seu dia-a-dia (2 Ep./3%).
	C.P1.b - Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.	Discussão de temas científicos em função da sua utilidade social (8Ep./10%).	Discussão de temas científicos em função da sua utilidade social (3Ep./4,5%).
	Discurso/informação facultada	Referências CTSA bastante significativas e quase todas explícitas (9% Exp. e 3,6% Imp.).	Referências CTSA bastante significativas, quase todas implícitas (5% Exp. e 13,6% Imp.).
ME	A1 - Explora os tópicos de Ciências em função da utilidade social. 42 Episódios (12,7%) em Port. e 26 Episódios (18,6%) em Esp.	Não partem dos conhecimentos prévios dos alunos. Exploram a Ciência em função da utilidade social; Alguns conteúdos de Ciências assumem um carácter essencialmente disciplinar e transmissivo.	Não partem dos conhecimentos prévios dos alunos. Exploram a Ciência em função da utilidade social; Muitos conteúdos de Ciências assumem um carácter essencialmente disciplinar e transmissivo.

De acordo com a análise efetuada aos Documentos Oficiais Curriculares, verificámos que, tanto nos DOP, como nos DOE, foram identificadas referências claras e evidentes que apontam para a necessidade de contextualizar o ensino das Ciências, partindo dos conhecimentos prévios dos alunos e do seu dia-a-dia. Ambos os documentos expressam ideias CTSA no que se refere à discussão de temas científicos em função da sua utilidade social, embora os DOP sejam mais enfáticos, pois realçam mais a importância de temas que tornem a Ciência mais motivante, interessante e mais útil para os alunos e menos desfasada da realidade.

Quer os MEP, quer os MEE, exploram os conteúdos científicos em função da utilidade social mas, grande parte destes conteúdos de Ciências, assumem um carácter essencialmente disciplinar e transmissivo e não exploram a relação de dependência da Tecnologia com o conhecimento científico e com a utilidade social. Esta situação é mais comprometedora nos MEE, uma vez que as referências CTSA são, na sua maioria, implícitas.

Do Parâmetro C.P2 (Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos) fazem parte os indicadores **C.P2.a.** (*Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas*) e **CP2.b.** (*Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na Sociedade e no Ambiente*). Este parâmetro/indicadores relacionam-se com os indicadores **A6** (*Informa o aluno sobre vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente*), **A7** (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais*) e **A8** (*Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas, confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade*) do IA/ME.

A tabela 38 apresenta a relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P2 - Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.

Tabela 38: Relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P2 - Discussão de temas polêmicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME

Conhecimentos		Portugal	Espanha
DOC	CP2 – Discussão de temas polêmicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos. 3Episódios (3,8%) em Port. e 2 Episódios (3%) em Esp.		
	C.P2.a - Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas.	Omitem a influência da Sociedade nas novas descobertas científicas e inovações tecnológicas.	
	CP2.b - Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na Sociedade e no Ambiente.	Referem-se às vantagens e aos limites do conhecimento científico-tecnológico, embora omitam os seus impactos na Sociedade e no Ambiente (referências explícitas embora pouco significativas). (3Ep./3,8% em Port. e 2 Ep./3% em Esp.)	
ME	Discurso/informação facultada A6 - Informa o aluno sobre vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente.	Abordam as vantagens da aplicação da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente, embora omitam os seus limites e os seus impactos, principalmente negativos, destas na Sociedade e no Ambiente.	
	13Episódios (3,9%) em Port. e 5 Episódios (3,6%) em Esp.	Referencias quase todas explícitas, embora pouco significativas (3,6% Exp. e 0,3% Imp.).	Apenas 3 referências explícitas (2,1%) e 2 implícitas (1,4%).
	A7 - Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais.	Identificam diferentes realidades tecnológicas que mudam a forma de viver das pessoas, embora omitam a influência da Sociedade no aparecimento destas tecnologias.	
14Episódios (4,2%) em Port. e 12 Episódios (8,6%) em Esp.	Referências pouco significativas e quase todas implícitas (1,5% Exp. e 2,7% Imp.).	Referências com alguma expressão (em relação ao geral) e quase todas explícitas (5,7% Exp. e 2,9% Imp.).	
A8 - Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e o porquê das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela Sociedade.	Referem a aplicação da atividade científica, métodos e processos utilizados pela Ciência/Tecnologia e sua utilidade pela Sociedade Referências pouco significativas e quase todas implícitas (1,5% Exp. e 0,6% Imp.).		
7Ep. (2,1%) em Port. e 0 Ep. (0%) em Esp.		Omitem a aplicação da atividade científica, métodos e processos utilizados pela Ciência/Tecnologia e sua utilidade pela Sociedade	

A partir dos dados apresentados percebemos que, quer nos DOP, quer nos DOE foram identificadas algumas referências claras e evidentes que apontam para a necessidade de abordar as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, embora omitam os seus impactos na Sociedade e no Ambiente. No entanto, os documentos dos dois países, não sugerem referências acerca de situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas e inovações tecnológicas. Ou seja, não referem que a Ciência e a Tecnologia sofreram pressões, quer negativas, quer positivas, da Sociedade e do Ambiente e não informam acerca de situações socio-ambientais, passadas ou recentes, para as quais foi necessário investigar novas soluções científico-tecnológicas.

Por sua vez, nos manuais escolares portugueses e espanhóis, são poucas as informações relacionadas com os avanços científicos e a Sociedade/Ambiente. Os MEP, com referências quase todas explícitas, e os MEE, menos representativos e com semelhante número de referências explícitas e implícitas, tal como os respetivos Documentos Oficiais, abordam as vantagens da aplicação da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente, mas omitem os seus limites. Também omitem os seus impactos na Sociedade e no Ambiente, tal como os DOC. Quer os MEP (referências quase todas implícitas), quer os MEE (referências quase todas explícitas e com alguma expressão em relação ao geral) identificam diferentes realidades tecnológicas que mudam a forma de viver das pessoas. Porém, assim como os DOC, também omitem a influência da Sociedade no aparecimento destas realidades tecnológicas. O mesmo acontece com as informações/assuntos relacionadas com as práticas experimentais, explicitando os métodos, as etapas e as decisões tomadas face às possíveis utilizações pela Sociedade. Nos MEP estas informações/assuntos relacionadas com a aplicação da atividade científica, métodos e processos utilizados pela Ciência/Tecnologia e sua utilidade pela Sociedade, são pouco referenciadas e, no caso dos MEE, são inexistentes.

Do Parâmetro C.P3 (Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais) fazem parte os indicadores **C.P3.a.** (*Evidencia as relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia*), **C.P3.b.** (*Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas - hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc. - relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos*) e **C.P3.c.** (*Enfatiza os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos*). Este parâmetro/indicadores relacionam-se com os indicadores **A3** (*No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias,*

autónoma e voluntariamente; (ii) mudar as suas opiniões; (iii) fazer analogias; (iv) dar explicações); A4 (Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais), A5 (Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia) e A7 (Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais) do IA/ME.

A tabela 39 apresenta a relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P3- Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.

De acordo com os dados da tabela 39 podemos perceber que os DOP expressam mais ideias CTSA no que se refere às relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia, embora os DOE também o façam. Por sua vez, os DOE enfatizam mais as mudanças nas condições de vida das pessoas relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos. Talvez, como já foi referido na análise comparativa dos DOC, por este tema fazer parte do programa da Educação Primária do 3ºCiclo em Espanha e, por isso, põem em relevo as influências dos avanços da Ciência e da Tecnologia nas condições de vida das pessoas. Ambos os documentos omitem aspetos relacionados com os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos.

Por sua vez, quer os MEP, quer os MEE, expressam muitas ideias CTSA, na sua maioria implícita, no que se refere a temas que abordam problemas de carácter social e ambiental. Porém, muitas das vezes, ao contrário do que sugerem os respetivos DOC, não evidenciam as relações entre a Ciência e a Tecnologia, isto é, não evidenciam o conhecimento científico-tecnológico como forma de minimizar estes problemas socio-ambientais. De realçar, a insuficiência de informações, nos MEP e MEE, que permitam aos alunos mudar as suas opiniões, fazer analogias e dar explicações, opinar e argumentar criticamente no âmbito da Ciência e da Tecnologia. Tal como já referimos anteriormente, tanto os MEP, como os MEE, identificam diferentes realidades tecnológicas que mudam a forma de viver das pessoas. Porém, assim como os DOC, também omitem a influência da Sociedade no aparecimento destas realidades tecnológicas. Os MEE e os MEP dão exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia, mas estas informações são mais realçadas nos MEE pois a

Capítulo4 – Apresentação e discussão de resultados

Tecnologia e os avanços tecnológicos são conteúdos que fazem parte do programa da Educação Primária em Espanha.

Tabela 39: Relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P3 - Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME

Conhecimentos: CP3 – Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socio-ambientais.			
		Portugal	Espanha
	10Episódios (12,5%) em Port. e 11 Episódios (16,5%) em Esp.		
DOC	C.P3.a - Evidencia as relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia	Referências significativas, todas explícitas (6 Ep./7,5% Exp).	Referências pouco significativas, todas explícitas (2Ep./3% Exp).
	C.P3.b - Realça as mudanças nas condições de vida das relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos.	Referências pouco significativas, todas explícitas (4Ep./5% Exp).	Referências significativas, quase todas explícitas (8Ep/12% Exp. e 1Ep./1,5% Imp.).
	C.P3.c - Enfatiza os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos.	Omitem os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços científico-tecnológicos.	
Discurso/informação facultada			
	A3 - No que concerne à Ciência e à Tecnologia, encoraja os alunos a: (i) levantar ideias, autónoma e voluntariamente; (ii) mudar as suas opiniões; (iii) fazer analogias; (iv) dar explicações.	1 Referência explícita (0,3%).	2 Referências explícitas (1,4%).
	1 Episódios (0,3%) em Port. e 2Episódios (1,4%) em Esp.		
ME	A4 - Permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais.	Referências muito significativas, na sua maioria implícitas (11,4% Exp. e 12,3% Imp.).	Referências muito significativas, quase todas implícitas (10,7% Exp. e 15% Imp.).
	79 Episódios (23,8%) em Port. e 36 Episódios (25,7%) em Esp.		
	A5 - Dá exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia.	Referências significativas com similar nº de explícitas (4,2%) e implícitas (4,5%).	Referências significativas com similar nº de explícitas (6,4%) e implícitas (5,7%).
	29Episódios (8,7%) em Port. e 17Episódios (12,1%) em Esp.		
	A7 - Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais.	Identificam diferentes realidades tecnológicas que mudam a forma de viver das pessoas, embora omitam a influência da Sociedade no aparecimento destas tecnologias	
	14Episódios (4,2%) em Port. e 12Episódios (8,6%) em Esp.	Referências pouco significativas, na sua maioria implícitas (1,5% Exp. e 2,7% Imp.).	Algumas referências e quase todas explícitas (5,7% Exp. e 2,9% Imp.).

O Parâmetro C.P4 (Diversidade de temas/conteúdos científicos) está representado pelo indicador **C.P4.a.** (*Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA*). Este parâmetro/indicador relaciona-se com o indicador **A9** (*Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da interação CTSA bem como o pensamento crítico*) do IA/ME.

A tabela 40 apresenta a relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P4 - Diversidade de temas/conteúdos científicos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME.

Tabela 40: Relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P4 - Diversidade de temas/conteúdos científicos) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultada) do IA/ME

Conhecimentos			
CP4 – Diversidade de temas/conteúdos científicos.		Portugal	Espanha
DOC	0 Episódios (0%) em Port. e 1 Episódios (1,5%) em Esp.		
	C.P4.a - Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA.	Sem referências.	Uma única referência implícita (1,5%).
ME	Discurso/informação facultada	Referências bastante significativas, na sua maioria implícitas (7,8% Exp. e 10,2% Imp.).	Referências significativas com semelhante nº de explícitas (5,7%) e implícitas (5%).
	A9 - Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico.		
	60 Episódios (18%) em Port. e 15 Episódios (10,7%) em Esp.		

A análise comparativa efetuada aos DOC deu-nos a perceber que, os DOP não sugerem a exploração de conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber, onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA. Nos DOE, esta referência é apenas apontada de forma implícita e isolada, que sugere que o conhecimento científico deve ser abordado de forma articulada com outros campos do conhecimento.

Por sua vez, os MEP apresentam bastante informação, na sua maioria implícita, proveniente do conhecimento científico e tecnológico, que exige e fomenta a

compreensão das interações CTSA, bem como o pensamento crítico, mas apenas relacionada com a Sociedade e os problemas ambientais. Nos MEE, esta informação, apesar de presente, é menos evidenciada do que nos MEP. Julgamos que esta realidade talvez se deva à natureza dos temas/conteúdos científicos do 5º e 6º ano de escolaridade como, por exemplo, a reprodução humana, o funcionamento do corpo humano, a importância das plantas para o mundo vivo, a qualidade do ar, entre outros, nos quais é possível abordar informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico para se explorar as questões sociais e ambientais.

Do Parâmetro C.P5 (Natureza do conhecimento científico-tecnológico) fazem parte os indicadores **C.P5.a.** (*Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos*), **C.P5.b.** (*Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática*) e **C.P5.c.** (*Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer*). Este parâmetro/indicadores relacionam-se com indicador **A2** (*Mostra que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas*) do IA/ME.

A tabela 41 apresenta a relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P5 - Natureza do conhecimento científico-tecnológico) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultado) do IA/ME.

A tabela 41 permite perceber que, quer os DOP, quer os DOE, sugerem explicitamente, ainda que de forma pontual e isolada, a abordagem da natureza e história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos, referindo-se à Ciência como uma construção social e humana que procura resolver problemas reais do quotidiano. Apenas nos DOP, foram identificadas referências claras relativas ao carácter não dogmático do conhecimento científico, que informam que a sua construção é de carácter provisório e evolutivo. No entanto, ambos documentos omitem aspetos relacionados com o trabalho dos cientistas, ou seja, não apontam para a necessidade de abordar as questões éticas e morais relacionadas com o trabalho dos cientistas e as possíveis pressões que este pode sofrer.

Capítulo4 – Apresentação e discussão de resultados

Tabela 41: Relação entre a dimensão Conhecimentos (Parâmetro C.P5 - Natureza do conhecimento científico-tecnológico) do IA/DOC e a dimensão A (Discurso/informação facultado) do IA/ME

Conhecimentos			
CP5 – Natureza do conhecimento científico-tecnológico.		Portugal	Espanha
3 Episódios (3,8%) em Port. e 1Episódios (1,5%) em Esp.			
DOC	C.P5.a - Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos.	Natureza/história da Ciência, construção e carácter provisório do conhecimento científico (3 Ep./3,8% Exp).	Natureza/história da Ciência, construção do conhecimento científico (1Ep. /1,5% Exp.).
	C.P5.b - Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática.		Omitem o carácter provisório do conhecimento científico e o trabalho dos cientistas e as pressões que pode sofrer.
	C.P5.c - Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer.	Omitem o trabalho dos cientistas e as pressões que pode sofrer.	
ME	Discurso/informação facultado	Poucas referências e quase todas implícitas (0,6% Exp. e 3,9% Imp.).	Referências pouco significativas e quase todas implícitas, quase, exclusivamente, dos manuais escolares 5º/6ºME2 (2,1% Exp. e 5,7% Imp.).
	A2 - Mostra que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas.		
15 Episódios (4,5%) em Port. e 11Episódios (7,9%) em Esp.			

Por sua vez, nos MEP são raros os textos que abordam a construção do conhecimento científico, referindo que este é fruto do trabalho coletivo entre cientistas, que informam sobre o trabalho realizado pelos cientistas em situações reais, as pressões que este pode sofrer, as suas motivações e interesses pessoais, ou mesmo, dos seus êxitos e fracassos e, portanto, a dimensão psicológica e sociológica interna da Ciência é pouco abordada nos manuais. No caso dos MEE, a situação é ainda mais limitada, uma vez que estas informações fazem parte, quase exclusivamente, dos manuais escolares 5º/6ºME2.

De acordo com os dados apresentados, no que concerne a *que Ciência ensinar* (dimensão Conhecimentos) podemos dizer que as referências a conhecimentos CTSA, podem ser claramente entendidas por qualquer professor ou autor de manuais escolares que consulte os DOP e os DOE, ainda que sejam poucos e, por vezes, pouco expressivos

e/ou omissos, no que respeita aos aspetos relacionados com a natureza da Ciência (o carácter e a construção do conhecimento científico, as características, os valores éticos e morais dos científicos, o trabalho coletivo dos cientistas, etc..) e a discussão de temas científicos socialmente controversos e relevantes, em particular aqueles nos quais a Sociedade e o Ambiente influenciam os avanços da Ciência e da Tecnologia.

Por sua vez, tanto os MEP, como os MEE, incorporam referências CTSA explícitas no seu *Discurso/informação facultada*. Porém, ainda que os DOP e os DOE apresentem referências CTSA, quase todas explícitas, no que concerne a *que Ciência ensinar*, os manuais escolares apresentam referências CTSA na sua maioria implícitas.

Consideramos que as referências pontuais sugeridas nos DOC, talvez possam passar despercebidas aos autores de manuais escolares, principalmente sem formação CTSA. Mais uma vez, esta realidade leva-nos a refletir que a interpretação das relações CTSA no *Discurso/informação facultada* nos manuais escolares depende da formação de professores de cariz CTSA. As relações implícitas CTSA fornecidas no *Discurso/informação facultada* pelos manuais escolares, portugueses e espanhóis, apenas serão perceptíveis aos olhos dos professores com alguma formação de índole CTSA, e nunca aos olhos dos alunos.

Perante estes resultados, podemos afirmar que os autores dos manuais escolares portugueses e espanhóis não interpretaram, adequadamente, as orientações curriculares, no que respeita aos Conhecimentos necessários de índole CTSA. Podemos concluir que há uma “descontinuidade negativa” entre os Documentos Oficiais Curriculares (DOC) e os manuais escolares (ME) dos dois países no que respeita ao *que Ciência ensinar*, em particular, ao nível dos limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente e das relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia. Porém, no que respeita à informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico, que exige e fomenta a compreensão das interações CTSA podemos afirmar que no caso dos MEE, há uma descontinuidade favorável, “descontinuidade positiva”, já que, ao contrário dos respetivos DOE, os manuais expressam bastante informação explícita, ainda que alguma seja implícita. No caso dos MEP, esta descontinuidade positiva é mais acentuada, uma vez que os DOP nada referem acerca deste aspecto. De igual forma, no que respeita às informações acerca ao trabalho dos cientistas e possíveis pressões que este pode sofrer, podemos dizer que há uma descontinuidade positiva entre o discurso dos DOC e o dos manuais escolares dos dois países, já que, tanto os MEP, como os MEE, ao contrário

dos respectivos DOC, apresentam alguma informação neste âmbito, ainda que maioritariamente implícita.

4.3.3. Relação entre a Dimensão Procedimentos Metodológicos do IA/DOC e a Dimensão B (Atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME

Recordamos que a dimensão *Procedimentos Metodológicos* (PM) está representada pelo parâmetro PM.P.1 (Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino) que, por sua vez, se desdobra nos indicadores **PM.P1.a.** (*Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula*), **PM.P1.b.** (*Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA*) e **PM.P1.c.** (*Propõe o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA*). Este parâmetro/indicadores relacionam-se com os indicadores da dimensão B do IA/ME: **B1** (*Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifeste a interação CTSA*), **B2** (*Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*), **B3** (*Propõe a realização de atividades, práticas, experimentais, de laboratório, ..., para se explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro*) e **B4** (*Apresenta situações de aplicação ao dia-a-dia, dos novos conhecimentos, onde esteja presente a interação CTSA, no final das atividades propostas*).

A tabela 42 apresenta a relação entre a dimensão Procedimentos Metodológicos (Parâmetro PM.P.1 - Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino) e a dimensão B (Atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME.

Capítulo 4 – Apresentação e discussão de resultados

Tabela 42: Relação entre a dimensão Procedimentos Metodológicos (Parâmetro PM.P.1 - Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino) do IA/DOC e a dimensão B (Atividades de ensino/aprendizagem) do IA/ME

Procedimentos Metodológicos PM.P.1 - Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino.		Portugal	Espanha
12 Episódios (15%) em Port. e 4 Episódios (6%) em Esp.			
DOC	PM.P1.a – Propõe a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula.	Algumas referências explícitas (6 Ep./7,5% Exp. em Portugal e 3Ep./4,5% Exp. em Espanha).	
	PM.P1.b - Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA.	1 Referência explícita (1,3%) e 1 implícita (1,3%)	Sem referências
	PM.P1.c - Propõe o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA.	3 Referências explícitas (3,8%) e 1 implícita (1,3%).	1 Referência explícita (1,5%).
Atividades de ensino/aprendizagem 72 Episódios (21,7%) em Port. e 16 Episódios (11,4%) em Esp.			Sem referências
ME	B1 - Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.		
	B2 - Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a pôr- se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico.	Referências com alguma representatividade, mas maioritariamente implícitas (14,8% imp. frente a 5,1% exp. do total de episódios).	Referências pouco significativas, quase todas implícitas (7,1% imp. frente a 4,3% exp. do total).
	B3 – Propõe a realização de atividades, práticas, experimentais, de laboratório, ..., para se explorar, compreender e avaliar as inter- relações CTSA, nomeadamente as que se prevê poderem vir a interferir na vida pessoal dos alunos e no seu futuro.	1 Referência explícita (0,3%) e 1 implícita (0,3%).	Sem referências
	B4 – Apresenta, no final das atividades propostas, situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos, onde estejam presentes as interações CTSA.	4 Referências explícitas (1,2%).	Sem referências

Tal como já foi referido na análise comparativa efetuada aos DOC, tanto os DOP, como os DOE sugerem a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e

fora da sala de aula. Esta sugestão, embora não se relacione diretamente com a perspectiva CTSA, permite desenvolver competências necessárias à sua compreensão. Os DOP propõem poucas sugestões de realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA, e que envolvam o aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestem essas interações. Por sua vez, nos DOE, estas sugestões também são quase inexistentes.

Quanto aos manuais escolares, quer os MEP, quer os MEE, apresentam propostas de atividades de ensino/aprendizagem, em que as ideias dos indicadores estavam implícitas. Os MEP apresentam algumas atividades de resolução de problemas, realização de debates, discussões e pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA, bem como o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico. Mas são raras as situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos e atividades práticas, experimentais, de laboratório, para explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA. Por outro lado, não envolvem os alunos em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifestem as interações CTSA. No caso dos MEE, a situação é mais limitada.

Com efeito, relativamente à dimensão *Procedimentos Metodológicos*, percebemos que, embora insuficientes referências CTSA, nos DOP são quase, exclusivamente, explícitas, e nos DOE apesar de serem todas explícitas, são em número bastante mais reduzido. Estes resultados permitem-nos constatar que, os DOP sugerem poucas referências sobre o *como ensinar Ciências* na perspectiva CTSA. No caso dos DOE, esta situação é ainda mais limitada e, como tal, não ajudam os professores a pôr em prática estratégias e atividades de ensino de índole CTSA. Deste modo, ambos os documentos fornecem pouca informação ou orientação metodológica para os professores poderem implementar atividades e estratégias de ensino onde se manifestem as interações CTSA.

Mais uma vez, a interpretação das relações CTSA nas *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas nos manuais escolares depende da formação de professores de cariz CTSA. Também aqui, as relações implícitas CTSA fornecidas nas *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas, quer nos MEP, quer nos MEE, apenas serão perceptíveis aos olhos dos professores com alguma formação de índole CTSA, e nunca aos olhos dos alunos.

Por outro lado, os Documentos Oficiais Curriculares dos dois países (sendo mais limitados os DOE) sugerem pouca informação aos autores de manuais escolares acerca dos procedimentos e estratégias de ensino CTSA que devem implementar nas atividades propostas destes recursos educativos e, como tal, as *Atividades de ensino/aprendizagem* CTSA propostas nos manuais escolares são reluzidas e maioritariamente implícitas.

Considerando a insuficiência de sugestões metodológicas CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares (DOC) de Portugal e de Espanha, parece poder concluir-se que há uma continuidade, ainda que não desejável, uma “continuidade negativa”, entre estes documentos e os manuais escolares (ME), no que respeita a *como ensinar Ciência*. Os DOC expressam poucas referências relativas a atividades de índole CTSA e os ME igualmente. No caso dos ME espanhóis a referência a atividades CTSA é ainda menos evidente do que nos ME portugueses, ou seja, nestes é quase inexistente.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

Introdução

Este último capítulo inclui quatro secções. Na primeira faz-se uma síntese das principais conclusões relativas a cada uma das fases desenvolvidas ao longo da investigação. Na segunda referem-se algumas implicações e contributos do estudo desenvolvido. Na terceira apresentam-se algumas sugestões para futuras investigações. Na quarta e última secção apontam-se algumas limitações da investigação.

5.1 - Principais conclusões

Relembramos que a finalidade deste estudo foi perceber se a perspetiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) está integrada e de que forma nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências do Ensino Básico de Portugal e de Espanha, bem como perceber a relação entre eles no âmbito desta perspetiva.

De acordo com esta finalidade pretendeu-se dar resposta às questões de investigação que agora se recordam, para facilitar a apresentação das principais conclusões:

Q1: As recomendações dos Documentos Oficiais Curriculares de Ciências do Ensino Básico de Portugal e de Espanha são consentâneas com o paradigma didático atual da Educação em Ciências no que respeita à perspetiva CTSA?

Q1.1: As relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente apresentam-se claramente expressas/percetíveis nos Documentos Oficiais Curriculares envolvidos no estudo?

Q2: Os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências incorporam a perspetiva CTSA de abordagem da Ciência?

Q2.1: Os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências exploram os conteúdos científicos de forma interligada com a Tecnologia com a qual se relacionam e com o impacto que esta tem na Sociedade e no Ambiente, realçando quer os impactos positivos, quer os impactos negativos?

Q2.2: Os manuais escolares portugueses/espanhóis de Ciências apresentam sugestões de atividades de ensino/aprendizagem para a abordagem dos conteúdos científicos segundo a perspetiva CTSA?

Q2.3: As relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente apresentam-se claramente expressas/percetíveis nos manuais escolares envolvidos no estudo, quer ao nível do discurso facultado, quer ao nível das atividades propostas?

Q3: Que relação, de continuidade/descontinuidade, entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências no que respeita à perspetiva CTSA?

A síntese conclusiva que se apresenta nas secções seguintes refere-se às três fases desenvolvidas ao longo desta investigação que correspondem, respetivamente, às questões anteriormente definidas. Seguem-se as principais conclusões de cada secção, estruturadas em torno dessas questões. Na primeira apresentam-se as principais conclusões relativas aos Documentos Oficiais portugueses e espanhóis. Na segunda, faz-se o mesmo para os manuais escolares dos dois países. Na terceira conclui-se acerca da relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares, em Portugal e em Espanha. Terminamos com uma síntese global das principais conclusões.

5.1.1 – Perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais portugueses e espanhóis (1ª fase do estudo)

A partir da análise comparativa efetuada aos Documentos Oficiais Curriculares percebemos que a perspetiva CTSA está contemplada, quer nos Documentos Oficiais Portugueses (DOP), quer nos Documentos Oficiais Espanhóis (DOE), mas nem sempre com o mesmo o grau de explicitação, ou seja, nem sempre expressavam a abordagem CTSA com a mesma clareza.

Foram consideradas três dimensões de análise, Finalidades (*porquê ensinar Ciência*), Conhecimentos (*que Ciência ensinar*) e Procedimentos Metodológicos (*como ensinar Ciência*). Tanto nos DOP, como nos DOE, a dimensão mais valorizada e com relevância idêntica, é a dimensão *Finalidades*, seguida da dimensão *Conhecimentos* (valorizada de idêntica forma em ambos) e da dimensão *Procedimentos Metodológicos*, com maior valorização nos DOP do que nos DOE.

Relativamente ao *porquê ensinar Ciência* (dimensão Finalidades), a quase totalidade dos episódios identificados são explícitos e em número apreciável. Os Documentos Oficiais dos dois países são muito enfáticos, pois fomentam o desenvolvimento de capacidades, atitudes/valores e educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente, e fazem-no de forma bastante clara e perceptível. Estes resultados permitem-nos concluir que, qualquer professor que consulte estes documentos tem referências muito claras sobre o *porquê ensinar Ciências* na perspetiva CTSA.

No que concerne a *que Ciência ensinar* (dimensão Conhecimentos), apesar de não evidenciarem muitos episódios desta dimensão, salientamos que, nos DOP são todos explícitos, e nos DOE são quase todos explícitos. Os DOP expressam mais ideias CTSA no que se refere à discussão de temas científicos em função da sua utilidade social e às relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia. Por sua vez, os DOE, embora também expressem ideias CTSA relacionadas a utilidade social dos temas científicos, enfatizam mais as mudanças nas condições de vida das pessoas, relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos, provavelmente, por este tema fazer parte do programa da Educação Primária do 3ºCiclo em Espanha.

Igualmente, tanto nos DOP, como nos DOE, foram identificadas algumas referências claras e evidentes que apontam para a necessidade de contextualizar o ensino das Ciências partindo dos conhecimentos prévios dos alunos e do seu dia-a-dia e para as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, embora omitam os seus impactos na Sociedade e no Ambiente. De realçar também a referência, nos dois documentos, à necessidade de abordar a natureza e história da Ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos, referindo-se à Ciência como uma construção social que procura resolver problemas reais do quotidiano, embora o façam de forma pontual e isolada. No entanto, apenas nos DOP foram identificadas referências claras relativas ao carácter não dogmático do conhecimento científico, informando que a sua construção é de carácter provisório e evolutivo. Por sua vez, apenas nos DOE é apontada, ainda que de forma implícita e isolada, uma única referência que sugere que o conhecimento científico deve ser abordado de forma articulada com outros campos do conhecimento.

Quer os DOP, quer os DOE, omitem aspetos relacionados com situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas, com os impactos da Sociedade e do Ambiente nos avanços

científico-tecnológicos, e com o trabalho dos cientistas e as questões éticas e morais relacionadas com o seu trabalho, bem como possíveis pressões que este pode sofrer. Consideramos que a conceptualização destas ideias é mais difícil, cuja adaptação ao nível da Educação Básica requer uma atenção e cuidado especial, por serem complexos.

Estes resultados são coerentes com os estudos de García-Carmona e Criado (2012) e García-Carmona, Criado e Cañal (2014). Tal como estes autores, consideramos que, apesar das referências CTSA relacionadas com *que Ciências ensinar*, estarem presentes nos Documentos oficiais dos dois países, estes documentos enfatizam pouco, esquecendo por vezes, alguns aspetos relacionados com a construção e funcionamento do conhecimento científico e as suas relações com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

No entanto, podemos dizer que as referências CTSA, relacionadas com o *que Ciências ensinar* (dimensão Conhecimentos), podem ser claramente entendidas por qualquer professor que consulte estes documentos (DOP e DOE), ainda que sejam poucas e que não se referiram a todos aspetos relacionados com a natureza da Ciência e com a Educação CTSA.

Quanto ao *como ensinar Ciência* (dimensão Procedimentos Metodológicos), apesar de termos identificado, quer nos DOP, quer nos DOE, um número muito reduzido de sugestões metodológicas e, portanto, insuficiente para promover uma Educação CTSA, salientamos que, são quase, exclusivamente, explícitas. Porém, estas sugestões referem-se na grande maioria à utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula, que não se relaciona diretamente com a perspetiva CTSA, ainda que permita desenvolver competências necessárias à sua compreensão. Ainda que em número reduzido para promoverem uma adequada Educação CTSA, como referimos as sugestões relativas ao *como ensinar Ciência* são mais relevantes nos DOP em relação aos DOE.

Os DOP propõem poucas sugestões de realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo, debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA. Quando o fazem, geralmente, referem-se a situações pontuais relacionadas com o meio ambiente. Por sua vez, nos DOE, surge uma única sugestão de realização de debates e/ou discussão, ainda que pouco explorada no que concerne às relações CTSA

Estes resultados permitem-nos constatar que os DOP fornecem pouca informação ou orientação metodológica sobre o *como ensinar Ciências* na perspetiva

CTSA. Estes documentos não ajudam os professores a pôr em prática estratégias e atividades de ensino de índole CTSA. No caso dos DOE, esta situação é ainda mais limitada.

5.1.2 – Perspetiva CTSA nos manuais escolares de Ciências portuguesas e espanholas (2ª fase do estudo)

A partir da análise efetuada aos manuais escolares percebemos que a perspetiva CTSA está contemplada, quer nos manuais escolares portugueses (MEP), quer nos manuais escolares espanhóis (MEE), embora de forma diferente e com diferente representação.

Em relação aos manuais escolares portugueses, em alguns a perspetiva CTSA está integrada ao longo das várias unidades temáticas e ainda em secções CTSA ou com outras designações, enquanto noutros, apenas aparece contemplada em secções denominadas CTSA ou com outras designações. No caso dos MEE, a incorporação da perspetiva CTSA é feita ao longo de determinadas unidades temáticas (principalmente relacionadas com os avanços tecnológicos e a conservação do ambiente) e ainda em secções próprias, com denominações variadas (ainda que sem a designação CTSA), à exceção dos manuais 5º/6ºME3, onde a perspetiva CTSA apenas aparece nas unidades relacionadas com os avanços tecnológicos e a conservação do ambiente. Estes dados são coerentes com os estudos desenvolvidos por Vázquez e Manassero (2012b), que referem que os manuais escolares de Ciências tendem a concentrar os aspetos relacionados com a perspetiva CTSA, geralmente no início ou fim, ficando esquecida, no resto do manual.

Embora presente, a abordagem CTSA nem sempre é expressada com o mesmo grau de explicitação nos MEP e nos MEE, como já referimos. Ou seja, as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente nem sempre são claras e evidentes. Nos MEP a abordagem CTSA é mais enfatizada do que os MEE, porém, em ambos, o número de episódios implícitos é superior aos explícitos.

Foram consideradas duas dimensões de análise, *Discurso/informação facultada* (dimensão A) e *Atividades de ensino/aprendizagem* (dimensão B). Nos MEP, na dimensão A, o número de episódios explícitos é maior que o de implícitos, enquanto na dimensão B, o número de episódios explícitos é menor que o de implícitos. Nos MEE, em ambas dimensões, o número de episódios implícitos é maior que o de explícitos. Tanto os MEP, como os MEE, apresentam a perspetiva CTSA mais incorporada no

Discurso/informação facultada, com número apreciável de episódios, e menos nas *Atividades de ensino/aprendizagem*, cujas propostas são em número reduzido nos MEP e quase inexistentes nos MEE.

Relativamente ao *Discurso/informação facultada*, quer os MEP, quer os MEE, expressam ideias CTSA, em textos que abordam problemas de carácter social e ambiental, embora muitas das vezes não evidenciem o conhecimento científico como forma de minimizar estes problemas. A exploração da perspectiva CTSA, quer nos MEP, quer nos MEE, é feita através de textos que, regra geral, não levam o aluno a questionar os argumentos apresentados, bem como também não o estimulam na procura de mais informações.

Os conteúdos de Ciências assumem um carácter essencialmente disciplinar e transmissivo. Geralmente não relacionam a relação de interdependência da Ciência e da Tecnologia com a utilidade social ou a influência da Sociedade/Ambiente nos avanços científico-tecnológicos. Este aspeto é mais preocupante nos MEE, que são menos claros quanto às relações CTSA.

Apesar de não apresentarem textos que abordem os limites e os impactos, principalmente negativos, da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente, nem abordem a influência da Sociedade/Ambiente nos avanços científicos e tecnológicos, há textos que informam acerca das vantagens da aplicação da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente e que identificam diferentes realidades tecnológicas que mudam a forma de viver das pessoas.

Tanto nos MEP, como nos MEE, são raros os textos que apresentam informações acerca das questões éticas, morais e sociais relacionadas com o trabalho dos cientistas em situações reais, que informam sobre as suas motivações e interesses pessoais, os seus êxitos e fracassos, as interações com outros cientistas, a coletivização do conhecimento científico.

Quanto às *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas pelos manuais (MEP e MEE), os dados obtidos levam-nos a concluir que existem grandes discrepâncias entre a imagem da Ciência que apresentam (imagem escolar da Ciência) e o mundo da Ciência real, não contribuindo, assim, para a projecção da Ciência para o contexto do mundo real. As atividades propostas são essencialmente de questionamento e perguntas factuais, fechadas e com solução imediata. As atividades que propõem debates, pesquisas, discussão de temas controversos, que promovam capacidades de pensamento crítico e de situações de aplicação ao dia-a-dia dos novos conhecimentos sobre questões onde se

manifeste a interação CTSA, são poucas nos MEP e quase inexistentes nos MEE. Para além disso, nos MEP não se estabelecem relações entre o trabalho laboratorial/experimental e «o saber fazer» relacionado com aspetos práticos da vida. Nos MEE este trabalho é simplesmente omitido.

Apesar da abordagem CTSA ser mais enfatizada nos MEP do que nos MEE, dado que em ambos os casos, o número de episódios implícitos é superior aos explícitos, achamos que está insuficiente contemplada para que se possa promover uma adequada educação CTSA. Consideramos que as ideias implícitas apenas são perceptíveis aos olhos de professores que tenham algum conhecimento acerca desta perspetiva e nunca aos olhos dos alunos. Ou seja, a interpretação/exploração das ideias dos episódios implícitos requiere e, por isso, depende da formação que os professores têm para implementar esta abordagem de ensino das Ciências, de cariz CTSA.

Desta forma, parece que o ensino por transmissão continua prevalecer no discurso e atividades propostas pelos manuais, não contribuindo para a desejável Educação CTSA, que promova a alfabetização científica e tecnológica dos alunos e lhes desenvolva o espírito crítico e a literacia científica.

As conclusões deste estudo, relativas à perspetiva CTSA no *Discurso/informação facultada* e nas *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas nos manuais escolares são coerentes com as obtidas em estudos de outros autores, descritas no capítulo 2, entre os quais, Occeci e Valeiras (2013) e Vázquez e Manassero (2012b).

5.1.3 - Relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares, em Portugal e em Espanha (3º fase do estudo)

A interpretação que os manuais escolares (autores dos manuais escolares) português (MEP) e espanhóis (MEE) fazem dos respetivos Documentos Oficiais Curriculares, relativamente a *porquê ensinar Ciência* (dimensão Finalidades), *que Ciência ensinar* (dimensão Conhecimentos) e *como ensinar Ciência* (dimensão Procedimentos Metodológicos), por vezes não é a mesma e nem sempre assume a mesma clareza e evidência, nomeadamente, pelo menos em relação a alguns aspetos destas dimensões, havendo alguma descontinuidade entre o discurso dos Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências dos dois países.

No que respeita às *Finalidades* da Educação em Ciências, relacionadas com o desenvolvimento pessoal (desenvolvimento de capacidades, atitudes e valores) e social

(educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente), estão evidenciadas de forma significativa e explícita nos Documentos Oficiais portugueses e espanhóis. Por sua vez, os resultados deste estudo (ver tabela 36 da secção 3.1 - capítulo 4) permitem-nos afirmar que há uma descontinuidade negativa entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares dos dois países no que respeita ao *porquê ensinar Ciências* (dimensão finalidades) na perspetiva CTSA e, portanto, os autores dos manuais escolares portugueses e espanhóis não seguiram, de forma adequada, as orientações curriculares dos respetivos Documentos Oficiais Curriculares.

Quanto aos *Conhecimentos* considerados essenciais para os alunos, muitas das referências incluídas nos DOC não se encontram expressas de forma explícita nos manuais escolares portugueses e espanhóis, ao contrário dos respetivos documentos, que são quase, exclusivamente, explícitos, ainda que, por vezes, pouco significativos e que não se refiram a todos os aspetos desta dimensão. Consideramos, por isso, que os autores dos manuais escolares portugueses e espanhóis não interpretaram, adequadamente, as orientações curriculares, no que respeita aos Conhecimentos necessários de índole CTSA (ver tabelas 37 a 41 da secção 3.2 - capítulo 4). Podemos concluir que há uma descontinuidade negativa entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares dos dois países no que respeita ao *que Ciência ensinar* (dimensão Conhecimentos), em particular, ao nível dos limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente e das relações recíprocas entre a Ciência e a Tecnologia. No que respeita à informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico, que exige e fomenta a compreensão das interações CTSA há uma descontinuidade positiva entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares espanhóis, já que, ao contrário dos respetivos DOE, os MEE, expressam bastante informação explícita, ainda que alguma seja implícita. No caso dos MEP, esta descontinuidade positiva é mais acentuada, pois os DOP omitem esta ideia. No que respeita ao trabalho dos cientistas e possíveis pressões que este pode sofrer, parece poder concluir-se que há uma descontinuidade positiva entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares dos dois países, uma vez que, tanto os MEP, como os MEE, ao contrário dos respetivos DOC, apresentam alguma informação neste âmbito, ainda que maioritariamente implícita.

No que diz respeito aos *Procedimentos Metodológicos* (natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino), tanto nos DOP, como nos DOE, as atividades e estratégias de ensino sugeridas, apesar de explícitas, são quase todas relacionadas com a

utilidade/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula, que não está diretamente relacionado com a perspetiva CTSA, embora permita desenvolver capacidades necessárias para a sua compreensão. Em ambos os DOC, principalmente nos DOE, quase não existem sugestões de atividades sobre questões onde se manifestem as relações CTSA. Considerando a insuficiência de sugestões metodológicas CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares (DOC) de Portugal e de Espanha, podemos concluir que há uma continuidade, ainda que não desejável, uma “continuidade negativa”, entre estes documentos e os manuais escolares, no que respeita a *como ensinar Ciência* (dimensão Procedimentos metodológicos), uma vez que, tanto os Documentos Oficiais Curriculares, como os manuais escolares (com menor incidência nos manuais espanhóis, quase inexistente) expressam poucas referências CTSA relativas às atividades de ensino (ver tabela 42 da secção 3.3 – capítulo 4).

Do exposto, a forma como a perspetiva CTSA é incorporada nos DOC e, a partir destes, interpretada pelos manuais escolares, permite-nos tecer três conclusões importantes que se relacionam entre si.

1. Sabendo que o discurso regulador geral (DRG), produzido no campo de Estado, contém os princípios dominantes da Sociedade atual e está sujeito, entre outras, a influências internacionais (Ferreira & Morais, 2010; Morais & Neves, 2007; Pires, Morais & Neves, 2004), nas quais se incluem as recomendações e propostas curriculares no âmbito da Educação CTSA, podemos concluir que o discurso pedagógico oficial (DPO), resultante da recontextualização oficial do DRG ao nível do Ministério da Educação, e expresso nos Documentos Oficiais Curriculares, ainda não é totalmente consentâneo com as recomendações sugeridas internacionalmente (descritas no capítulo 2, que dão ênfase à introdução nos currículos de aspetos relacionados com a natureza da Ciência e com as relações CTSA). Uma vez que estes documentos, enfatizam pouco e/ou omitem alguns destes aspetos, apesar de explícitos quanto a algumas referências CTSA, esta conclusão leva-nos a refletir acerca das dificuldades que os autores de Documentos Oficiais Curriculares ainda têm em introduzir estes aspetos nos currículos de Ciências.

2. Os manuais escolares de Ciências, tal como referem Pedrosa e Leite (2005), Calado (2007) e Calado e Neves (2012), continuam a não interpretar adequadamente as orientações dos Documentos Oficiais Curriculares. No caso deste estudo, os dados confirmam esta ideia no que respeita à abordagem CTSA no ensino das Ciências. Verifica-se que, a recontextualização/interpretação que os manuais escolares fazem dos

Documentos Oficiais, assume uma expressividade menor e, na sua maioria implícita, no que concerne à natureza da Ciência (ainda que os DOP e os DOE apresentem referências CTSA maioritariamente explícitas, os manuais escolares apresentam referências CTSA na sua maioria implícitas). Esta realidade talvez seja devida ao facto dos Documentos Oficiais Curriculares, quer portugueses, quer espanhóis, tal como já referimos, enfatizam pouco e/ou omitem alguns aspetos relacionados com a natureza da Ciência, que podem passar despercebidos aos olhos dos autores de manuais escolares, principalmente, aqueles sem formação CTSA.

3. A interpretação das relações CTSA implícitas incluídas no *Discurso/informação facultada* e nas *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas nos manuais escolares depende da formação de professores de cariz CTSA. Professores com baixa formação em Educação CTSA poderiam revelar dificuldades em interpretar as relações implícitas que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente apresentadas no discurso/texto facultado e atividades de ensino/aprendizagem propostas pelos manuais escolares de Ciências, condicionando o êxito escolar e a promoção da literacia científica nos alunos. Estas relações apenas serão perceptíveis aos olhos dos professores com alguma formação de índole CTSA, e nunca aos olhos dos alunos.

5.1.4. Síntese das principais conclusões

- Os Documentos Oficiais Curriculares (DOC) de Portugal e de Espanha incorporam a perspetiva CTSA na Educação Básica (2º ciclo) e na Educação Primária (3º ciclo), respetivamente, mas a clareza com que é expressada é diferente em ambos países.
- Ambos Documentos Oficiais valorizam predominantemente a dimensão Finalidades (*porquê ensinar Ciência*), seguida da dimensão Conhecimentos (*que Ciência ensinar*) e da dimensão Procedimentos Metodológicos (*como ensinar Ciência*), tendo esta última maior valorização nos documentos portugueses do que nos espanhóis.
- Relativamente ao *porquê ensinar Ciência* (dimensão Finalidades), os Documentos dos dois países têm bastantes referências que são muito claras e explícitas, o que permite que, qualquer professor que consulte estes documentos tenha referências muito claras sobre o *porquê ensinar Ciências* na perspetiva CTSA.

- No que concerne a *que Ciência ensinar* (dimensão Conhecimentos), os Documentos dos dois países têm algumas referências que, apesar de poucas, são evidentes e claras, podendo ser facilmente entendidas por qualquer professor que consulte estes documentos (DOP e DOE).
- Quanto ao *como ensinar Ciência* (dimensão Procedimentos Metodológicos), as referências, apesar de explícitas e mais relevantes nos documentos portugueses do que nos espanhóis, são muito poucas e não se relacionem diretamente com a perspetiva CTSA. Fornecem pouca informação ou orientação metodológica sobre o *como ensinar Ciências* na perspetiva CTSA, não ajudando os professores a pôr em prática estratégias e atividades de ensino de índole CTSA.
- Em suma, os Documentos Oficiais Curriculares manifestam claramente a necessidade de ensinar Ciência, mas não são tão claros em relação a que Ciência ensinar e, muito menos, fornecem diretrizes metodológicas para fazê-lo.
- A perspetiva CTSA está incorporada nos manuais escolares dos dois países, mais nos portugueses, mas de forma implícita em ambos, com pouca clareza e evidência, encontrando-se mais referências da perspetiva CTSA no *Discurso/informação* facultada do que nas *Atividades de ensino/aprendizagem* propostas. Os textos não levam o aluno a questionar os argumentos apresentados, bem como também não o estimulam na procura de mais informações, assumindo os conteúdos de Ciências um carácter essencialmente disciplinar, predominando o ensino transmissivo nos manuais escolares dos dois países.
- Existem textos que informam acerca das vantagens e aspetos positivos da aplicação da Ciência e da Tecnologia e como estas influenciam a vida das pessoas, mas não apresentam os aspetos negativos, os limites e os impactos de ambas, nem abordam a influência da Sociedade e do Ambiente sobre elas, nem informam acerca das questões éticas e sociais relacionadas com o trabalho dos cientistas.
- As atividades propostas nos manuais escolares são essencialmente de questionamento e perguntas factuais, fechadas e com solução imediata.
- Nos manuais escolares dos dois países, a perspetiva CTSA é insuficiente para que se possa promover uma adequada Educação CTSA. Apenas será perceptível para professores que tenham algum conhecimento acerca desta perspetiva.
- Existe alguma descontinuidade entre o discurso dos Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências dos dois países.

- No que respeita ao *porquê ensinar Ciências*, há uma descontinuidade negativa em ambos os países, ou seja, a perspetiva CTSA é mais evidente nos Documentos Oficiais Curriculares do que nos manuais escolares.
- Em relação a *que Ciência ensinar*, existe uma descontinuidade negativa em ambos países, relativamente às relações entre a Ciência e a Tecnologia e entre ambas e a Sociedade e o Ambiente, ou seja, a perspetiva CTSA é mais evidente nos Documentos Oficiais Curriculares do que nos manuais escolares. No entanto, relativamente ao trabalho dos cientistas e possíveis pressões que este pode sofrer, aprecia-se uma descontinuidade positiva uma vez que existem mais evidências da perspetiva CTSA nos manuais escolares do que nos Documentos Oficiais.
- No que respeita a *como ensinar Ciência*, a escassez de propostas metodológicas, tanto nos Documentos Oficiais como nos manuais escolares, permite afirmar que há uma continuidade negativa, entre ambos.
- Foram construídos dois instrumentos acerca da perspetiva CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares, que podem servir para outros investigadores que desejem explorar e trabalhar em âmbitos similares.

5.2 – Implicações e contributos do estudo

De acordo com os resultados e as conclusões apresentadas, apontam-se alguns contributos, nomeadamente para a investigação em Educação em Ciências, para a produção de Documentos Oficiais Curriculares e manuais escolares de Ciências com orientação CTSA e para a formação contínua de professores e autores de manuais escolares.

Sabendo que a Educação em Ciências segundo a perspetiva CTSA contribui para a literacia científica e tecnológica do aluno (que se traduz na aptidão deste em se apropriar de aspetos da cultura científica para ampliar a sua capacidade de interpretar fenómenos naturais ou sociais e de criar um repertório de estratégias e procedimentos para a resolução de problemas quotidianos) como vários estudos vêm demonstrando (entre os quais Osborne, 2011; Tenreiro-Vieira & Vieira, 2012a, b; León, Colón e Alvarado, 2013), então, para implementar um ensino/aprendizagem de âmbito CTSA, é preciso que os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares de Ciências sejam consentâneos com as recomendações nacionais e internacionais no que respeita à

perspetiva CTSA, para que, desta forma, as sugestões neles propostas possam ser postas em prática pelos professores, em contexto de sala de aula.

A revisão de literatura, bem como os resultados e conclusões deste estudo, constituem um contributo para a investigação em Didática das Ciências e implicam que se continuem a desenvolver estudos de investigação neste âmbito.

Perante os resultados apresentados, e respetivas conclusões, do estudo é possível constatar que apesar de termos identificado “alguma valorização”, quer nos Documentos Oficiais Curriculares, quer nos manuais escolares de Ciências, ao nível da perspetiva CTSA, esta ainda não é suficiente para promover uma Educação em Ciências segundo esta abordagem de ensino das Ciências e, portanto, surge a necessidade de investigar sobre a produção de Documentos Oficiais Curriculares e de manuais escolares de Ciências, coerentes com a perspetiva CTSA, que contribuam para promover e desenvolver uma Educação CTSA, que facilite a alfabetização científico-tecnológica dos alunos, necessária nos dias de hoje. Além disso, os resultados deste estudo contribuem também para alertar e informar os vários intervenientes na produção do discurso dos Documentos Oficiais Curriculares e dos manuais escolares segundo a perspetiva CTSA, acerca da descontinuidade que se verificou entre estes dois recursos educativos.

Relativamente aos Documentos Oficiais Curriculares, os resultados mostram, quer nos Documentos Oficiais Portugueses, quer nos Documentos Oficiais Espanhóis, que são pouco explorados e evidentes os aspetos relacionados com a natureza da Ciência, nomeadamente as relações recíprocas que a Ciência estabelece com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente; com a discussão de temas científicos controversos e socialmente relevantes; com o carácter e a construção do conhecimento científico; e com o trabalho e as características e os valores éticos e morais dos cientistas. Assim, tal como concluem vários estudos (como por exemplo o de Vieira et al., 2011; García-Carmona & Criado, 2012; Vázquez & Manassero, 2012b; e Manassero, Roig, Bonnin & Moralejo, 2013) também as conclusões deste estudo implicam que se repense a construção dos currículos de Ciências de cariz Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, para que se possa promover, de forma eficaz, a literacia científica nos alunos. Por isso, é necessário que, para a construção e desenvolvimento dos currículos de Ciências, se tenham em consideração aspetos relacionados com a natureza da Ciência, a história, a psicologia e a epistemologia da Ciência, bem como as questões relacionadas com a sua sociologia interna e externa

(relações CTSA), que se traduzem-se num conjunto de referências consideradas essenciais por estes investigadores.

Relativamente às inter-relações CTSA, quando contempladas pelos manuais escolares portugueses e espanhóis de Ciências, muitas vezes são desconectadas da realidade. As conclusões deste estudo, para além de serem concordantes com as de outros estudos já mencionados, mostram que os manuais analisados ainda estão um pouco longe de contribuírem de forma significativa para o desenvolvimento e alfabetização científico-tecnológica dos alunos. Estas conclusões poderão constituir um ponto de partida para uma reflexão sobre a qualidade pedagógico-didática dos manuais escolares, originando futuras implicações na produção, elaboração e seleção dos mesmos. É necessário que estes sejam elaborados segundo as recomendações da investigação em Educação em Ciências, nomeadamente no que respeita à perspetiva CTSA, de modo a que esta esteja presente de forma integrada ao longo dos vários conteúdos científicos das unidades temáticas do Programa de Ciências do 2ºCiclo do Ensino Básico em Portugal/3ºCiclo da Educação Primária em Espanha. Será também necessário desenvolver projetos de investigação onde os manuais escolares sejam concebidos, produzidos e validados segundo a perspetiva CTSA (Martins, 2002c). Para isso, talvez seja necessário uniformizar um conjunto de critérios de produção e elaboração de manuais escolares que reflitam a Educação CTSA, critérios esses que devem ser definidos por uma equipa especializada em Didática das Ciências e, em particular, com formação em CTSA. Será necessário também que o Ministério da Educação interceda junto das editoras para que estas possam assegurar que os livros disponíveis no mercado sejam elaborados de acordo com a perspetiva CTSA.

As conclusões deste estudo contribuem, ainda, para confirmar o que investigação em Didática das Ciências têm revelado relativamente às questões relacionadas com a natureza da Ciência, bem como às questões científicas, tecnológicas, socio-ambientais e as resultantes das relações entre elas, que não são convenientemente tratadas nos manuais escolares de Ciências e, por conseguinte, na sala de aula, o que condiciona o processo de ensino/aprendizagem, nomeadamente, o discurso e atividades de ensino implementadas pelos professores na prática pedagógica, o que, por sua vez, pode comprometer o sucesso escolar dos alunos.

O estudo desenvolvido também contribui para que se reflita sobre a necessária cuidadosa e criteriosa seleção do manual a adotar, uma vez que ele pode ser, por um lado, um veículo de transmissão e implementação das alterações curriculares e

programáticas e, por outro lado, um possível obstáculo a essa implementação quando a sua seleção não é a mais indicada para promover uma Educação CTSA. Sendo assim, é imprescindível que os Ministérios da Educação Português e Espanhol intervenham na seleção dos manuais escolares, definindo, para isso, um instrumento de análise de manuais único com critérios de seleção pré-estabelecidos por equipas de especialistas na área da Didática das Ciências, contribuindo, assim, para a promoção da qualidade do ensino.

Outra implicação deste estudo prende-se com a formação de professores e autores de manuais escolares e, portanto, surge a necessidade de uma adequada formação, que contemple a perspetiva CTSA. Por um lado, é necessário que os autores de manuais escolares, portugueses e espanhóis, possuam formação em Educação CTSA para que possam interpretar de forma adequada as Orientações Curriculares emanadas dos respetivos Documentos Oficiais, uma vez que o seu discurso pedagógico, apesar de explícito, por vezes é pouco significativo e, outras vezes, omite alguns aspetos relacionados com esta forma de abordar a Educação em Ciência. Por outro lado, a interpretação das referências CTSA, geralmente implícitas, incluídas no discurso/informação e nas atividades de ensino/aprendizagem dos manuais escolares portugueses e espanhóis, requiere professores esclarecidos na abordagem CTSA. Ou seja, a perceção e exploração das ideias CTSA que estão implícitas, quer no discurso, quer nas atividades propostas pelos manuais, depende da formação dos professores, que deverá contemplar outras dimensões e não apenas a formação disciplinar específica, tal como defendem vários autores (Rodrigues & Vieira, 2012; Vázquez, Manassero, Bennassar e Ariza, 2012, entre outros). O envolvimento e aprofundamento em temáticas atuais, de cariz interdisciplinar, a participação em debates, colóquios sobre questões sociais emergentes, exposições científicas, etc. e até mesmo a leitura de revistas científicas são outros aspetos que a formação dos professores/autores de manuais escolares deverá valorizar, tendo em vista a promoção da sua literacia científica e a melhoria da Ciência ao nível escolar. Importa, por isso, investir na formação continuada de professores, que deve contemplar temáticas sociais e ambientais atuais segundo a perspetiva CTSA, para que, desta forma, se contribua para a (re)construção das conceções que os professores têm acerca da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e promoção de práticas didático-pedagógicas de qualidade.

Uma última implicação advém da importância dos Instrumentos de Análise de Documentos Oficiais Curriculares e de manuais escolares de Ciências concebidos para

este estudo, cuja conceção se baseou em dados e considerações de investigações recentes de Didática das Ciências, segundo a perspetiva CTSA. Consideramos que estes instrumentos podem ser usados noutros estudos de investigação e aplicáveis a diferentes níveis de ensino. Deste modo, e tendo em consideração os resultados e conclusões desta investigação, destaca-se o contributo destes instrumentos: i) na recolha de dados acerca da perspetiva CTSA de outros documentos orientadores do ensino das Ciências para qualquer nível de ensino; ii) no apoio de autores de Documentos Oficiais Curriculares e de manuais escolares aquando da sua produção e conceção; iii) na possibilidade de permitir aos intervenientes na produção dos Documentos Oficiais Curriculares e dos manuais escolares, uma reflexão sobre a relação entre o discurso pedagógico veiculado nestes documentos ao nível da perspetiva CTSA; vi) na orientação de práticas pedagógicas de professores ao nível de sala de aula e v) na construção de um instrumento único capaz de orientar os professores na avaliação e seleção de manuais escolares.

5.3 - Sugestões para futuras investigações

No seguimento do estudo desenvolvido, e em coerência com algumas das implicações atrás mencionadas, apresentamos algumas sugestões consideradas relevantes para futuras investigações no âmbito da Educação em Ciências com orientação CTSA, pelo que se sugere o seguinte:

(i) Na sequência dos resultados deste estudo, e tal como salientam Acevedo et al. (2007) e García-Carmona e Criado (2012), os Documentos Oficiais Curriculares portugueses e espanhóis esquecem-se de aspetos relacionados com a natureza da Ciência, ou seja, enfatizam pouco os aspetos relacionados com a história, a epistemologia, a sociologia interna e externa da Ciência, relações CTSA. Porém, a inclusão da natureza da Ciência e, por conseguinte, da perspetiva CTSA nos currículos de Ciências não é uma tarefa fácil e requiere, entre outras coisas, o estabelecimento prévio de acordos sobre as suas principais características.

Neste sentido, e considerando que existem alguns consensos internacionais que dão ênfase à introdução dos aspetos mencionados anteriormente, existem algumas recomendações que se estão a impor ao desenvolvimento e construção do Currículo de Ciências que se traduzem em: 1) Definições de Ciência e Tecnologia e as suas inter-

relações; 2) Epistemologia da Ciência; 3) Sociologia interna da Ciência e da Tecnologia; 4) Influências recíprocas da Sociedade e do Ambiente na Ciência e na Tecnologia; e 5) Educação em Ciência e Tecnologia (Vázquez & Manassero, 2012b). Assim, seria importante, em futuras investigações nesta área, desenvolver um guia CTSA que orientasse e ajudasse os autores de Documentos Oficiais Curriculares na construção de currículos de Ciências segundo as recomendações unânimes internacionais de investigação em Didática das Ciências, cujo objetivo seria aproximar o discurso pedagógico destes documentos dos vários países, relativamente à natureza da Ciência e da Tecnologia e às relações CTSA.

(ii) Dado que a interpretação das referências CTSA incluídas no discurso/informação e nas atividades/estratégias de ensino/aprendizagem dos manuais escolares depende grande parte da formação dos professores, seria aconselhável um estudo relacionado com a formação contínua de professores, de cariz CTSA. Sugere-se a obrigatoriedade de um programa de formação contínua aos professores dos vários níveis de ensino sobre Educação em Ciências com orientação CTSA.

(iii) A forma como a perspetiva CTSA é explorada nos manuais escolares portugueses e espanhóis analisados não reflete uma adequada Educação em Ciências, por isso, seria importante realizar um estudo que permitisse fazer um levantamento das necessidades de formação dos autores dos manuais escolares de Ciências do 2º ciclo do Ensino Básico em Portugal e do 3º Ciclo da Educação Primária em Espanha, bem como dos autores dos manuais escolares de outros níveis de ensino. Esse levantamento possibilitaria a conceção, produção, implementação e avaliação de programas de formação destinados a esses autores, sobre Educação em Ciências com orientação CTSA. Desta forma, seria possível ajudar os autores a interpretarem as recomendações curriculares de Ciências e a produzirem e desenvolverem novos manuais escolares concordantes com as finalidades da Educação em Ciências segundo a perspetiva CTSA.

(iv) Uma vez que a perspetiva CTSA ainda é pouco significativa nos manuais escolares portugueses e espanhóis de Ciências, sugere-se um estudo relacionado com as políticas de produção e elaboração de manuais escolares consentâneas com as recomendações da investigação em Educação em Ciências com enfoque CTSA. Sugere-se a construção de um instrumento oficial que reúna um conjunto de critérios que reflitam a Educação CTSA e que devem ser definidos por uma equipa especializada em Didática das Ciências com formação CTSA, para que ajudem os autores de manuais escolares de Ciências a produzir recursos de qualidade. Este instrumento deverá, ainda,

estar ajustado aos Documentos Oficiais Curriculares em vigor, nomeadamente, em Portugal e em Espanha.

(v) Poderia ser realizado um estudo envolvendo as editoras de manuais escolares e os autores dos mesmos. Seria importante investigar qual é a posição das editoras perante uma mudança e inovação na produção e elaboração de manuais escolares e se isso seria, ou não, motivo para colocarem restrições aos autores. Assim, importa constatar até que ponto uma certa acomodação, de ambas as partes, rege todo este processo: as editoras que não restringem o trabalho dos autores enquanto ele se mantiver padronizado, e os autores, por sua vez, também não introduzem alterações porque sabem à partida que tal atitude não seria plenamente aceite pelas editoras. Seria, importante investigar qual é o papel do Ministério da Educação em todo este processo face às editoras, para que estas possam assegurar que os livros antes de serem lançados para o mercado sejam elaborados de acordo com a perspetiva CTSA.

(vi) Para finalizar, e sabendo que em Espanha foi divulgada uma nova lei pela qual se estabelece o novo currículo da Educação Primária (*Ley Orgánica 8/2013 para la Mejora de la Calidad Educativa - LOMCE*), e respetivo *Real Decreto 126/2014*, a qual vem introduzir algumas alterações ao atual currículo de Ciências, bem como novos manuais escolares de Ciências que entram em vigor, de forma progressiva, a partir de 2015, seria interessante desenvolver um estudo, idêntico ao presente, que permitisse analisar e comparar os resultados e as conclusões desta investigação com os dados expressos nos novos Documentos Oficiais Espanhóis e nos novos manuais escolares de Ciências, a fim de verificar quais as alterações e mudanças sofridas nestes novos documentos ao nível da perspetiva CTSA.

5.4 – Limitações do estudo

Como muitos estudos na área da investigação educacional, também este apresenta algumas limitações que, genericamente, se reportam à própria investigação de natureza predominantemente qualitativa que orientou a análise efetuada, bem como aos processos empregues na recolha e tratamento dos dados.

Uma possível limitação, também relacionada com aspetos de natureza metodológica, refere-se aos procedimentos adotados na caracterização da interpretação do discurso dos Documentos Oficiais Curriculares pelos manuais escolares. Esta investigação partiu de uma investigação anterior (Fernandes, 2011), na qual foram

analisados manuais escolares portugueses de Ciências de 5º ano de escolaridade e foi concebido para este propósito o instrumento de análise de manuais escolares segundo a perspetiva CTSA. Uma vez que os resultados obtidos na análise prévia destes manuais escolares foram utilizados neste estudo, foi conveniente utilizar o mesmo instrumento de análise para a recolha e tratamento de dados dos restantes manuais envolvidos nesta investigação (manuais escolares portugueses de 6ºano e manuais espanhóis de Ciências de 5º e 6º ano) de modo a haver coerência nos resultados. Por sua vez, para realizar a análise dos Documentos Oficiais Curriculares portugueses e espanhóis, impôs-se a construção de um novo instrumento de análise, que considera três dimensões, Finalidades (*porquê ensinar Ciência*), Conhecimentos (*que Ciência ensinar*) e Procedimentos Metodológicos (*como ensinar Ciência*), que representam as preocupações centrais da Educação em Ciências com enfoque CTSA. Para perceber a relação entre os Documentos Oficiais Curriculares e os manuais escolares foi necessário relacionar as dimensões, parâmetros e respetivos indicadores contemplados nos dois instrumentos de análise. Reconhece-se que, a utilização e aplicação de um único instrumento de análise poderia ter facilitado estes processos de recontextualização que resultaram da correspondência estabelecida entre ambos os instrumentos.

AMPLO RESUMO DA TESE EM CASTELHANO

**LA PERSPECTIVA CTSA EN LOS DOCUMENTOS OFICIALES
CURRICULARES Y EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS DE LA
EDUCACIÓN PRIMARIA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE
PORTUGAL Y ESPAÑA**

RESUMEN

Hoy en día está ampliamente reconocido nacional e internacionalmente que la perspectiva CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) es una forma de enfocar la enseñanza de la Ciencia, capaz de desarrollar la cultura científica de los alumnos, preparándolos para el ejercicio de una ciudadanía activa y consciente. Consideramos, por tanto, que debe integrarse en los Documentos Oficiales Curriculares de la Educación Primaria que regulan la acción educativa de los profesores a nivel de aula. También debería integrarse en los libros de texto, como recurso prioritario para los alumnos y los profesores, incluyendo actividades, estrategias de enseñanza/aprendizaje e información de acuerdo con la Educación en Ciencias con orientación CTSA.

Dentro de este contexto, esta memoria de tesis doctoral, estudia tanto las Directrices Curriculares de Portugal y de España como los libros de texto de Ciencias de ambos países. El trabajo incluye tres fases. En la primera fase de la investigación tratamos de analizar, de manera comparativa, los Documentos Oficiales Curriculares de Portugal y España, para ver si integraban la perspectiva CTSA y cómo lo hacían. En la segunda fase, se han analizado y comparado libros de texto portugueses y españoles de Ciencias de Educación Primaria (2º ciclo en Portugal; 3º ciclo en España) En la tercera fase, se ha examinado la correlación entre las indicaciones de los Documentos Oficiales y los libros de texto de Ciencias en Portugal y España en el ámbito de la Educación CTSA.

El estudio es de naturaleza cualitativa y cuantitativa, aunque predomine el tratamiento cualitativo. El análisis documental fue utilizado como técnica de recogida de datos. Se han usado dos instrumentos de análisis: (i) instrumento de análisis para los Documentos Oficiales, basado en Silva (2007) y Pereira (2012) y (ii) instrumento de análisis para los libros de texto, basado en Alves (2005), que han sido adaptados a las características de la investigación.

Los resultados muestran que los Documentos Oficiales Curriculares portugueses y españoles, ponen en evidencia referencias CTSA, aunque casi todas son explícitas y en número apreciable con respecto a las finalidades de la Educación en Ciencias, es decir, *Por qué Enseñar Ciencia*. En cuanto a los conocimientos, es decir, *Qué Ciencia Enseñar* y a los procedimientos metodológicos, es decir, *Cómo Enseñar Ciencia*, esas referencias son menores y no tan explícitas, en particular en el nivel de *Cómo Enseñar Ciencia*. En relación a los libros de texto, la perspectiva CTSA se incorpora tanto en los libros de texto portugueses, como en los libros de texto españoles, siendo más relevante en los libros de texto portugueses, pero en ambos de forma insuficiente y no se explota su potencial. Podemos decir que se verifica alguna discontinuidad entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias de los dos países.

La revisión bibliográfica hecha a lo largo del estudio, así como los resultados obtenidos, permite afirmar que esta investigación es una contribución a la Didáctica de las Ciencias Experimentales alertando de la necesidad de producir Documentos Oficiales Curriculares y libros de texto de Ciencias adecuados con enfoque CTSA, para que puedan contribuir al desarrollo de la cultura científica y tecnológica de todos los alumnos.

Palabras clave: Documentos Oficiales Curriculares; Libros de texto; Educación Primaria; Perspectiva CTSA; Enseñanza de las Ciencias; Alfabetización científica.

ÍNDICE DEL RESUMEN EN CASTELLANO

ÍNDICE DE TABLAS	CCCLII
ÍNDICE DE FIGURAS	CCCLIV
1. INTRODUCCIÓN	357
1.1. Presentación del estudio	357
1.2. Retos y tendencias actuales de la educación en Ciencias	360
1.3. Breve contextualización de la investigación.....	363
1.4. Justificación e importancia de la investigación	366
1.5. Preguntas y objetivos de la investigación	369
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	373
2.1. La Educación CTSA y Enseñanza de la Ciencia.....	373
2.1.1. Finalidades y potencialidades de la Educación CTSA	375
2.1.2. Naturaleza de la Ciencia y de la Tecnología y sus interrelaciones con la Sociedad y el Ambiente	377
2.1.3. Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje.....	380
2.1.4. Obstáculos y dificultades de la implementación de la Educación CTSA	381
2.2. Currículos de Ciencias de índole CTSA.....	382
2.3. Libros de texto	384
2.3.1. Libros de texto en el proceso de enseñanza/aprendizaje y su importancia para una Educación CTSA	384
2.3.2. Relación entre el Discurso Pedagógico Oficial utilizado en los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias:	386
2.3.2.1. Ideas de la teoría de Bernstein.....	386
2.3.2.1. El libro de texto y la interpretación del mensaje de los Documentos Oficiales Curriculares.....	387
3. METODOLOGÍA.....	389
3.1. Naturaleza de la investigación.....	389
3.2. Diseño metodológico de la investigación.....	389
3.3. Técnica e instrumentos utilizados	392
3.3.1. Instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares desde la perspectiva CTSA	392
3.3.2. Instrumento de análisis de libros de texto de Ciencias desde la perspectiva CTSA.....	397
3.3.3. Validez y fiabilidad de los instrumentos de análisis	400
3.4. Documentos Oficiales Curriculares (1ª fase del estudio).....	401
3.5. Libros de texto de Ciencias (2ª fase del estudio)	404
3.6. Tratamiento de los datos.....	408
3.6.1. Análisis de contenido.....	408
3.6.2. Procedimientos adoptados en el tratamiento de datos	408
3.6.2.1. Análisis de los Documentos Oficiales Portugueses y de los Documentos Oficiales Españoles – Procedimientos adoptados (1ª fase del estudio)	409
3.6.2.2. Análisis de los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias: Procedimientos adoptados (2ª fase del estudio)	411

3.6.2.3. Relación entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto – Procedimientos adoptados (3ª fase del estudio).....	414
4. RESULTADOS.....	421
4.1. Perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Portugueses y Españoles (1ª Fase del Estudio).....	421
4.1.1. Documentos Oficiales Portugueses.....	421
4.1.1.1. Dimensión Finalidades.....	422
4.1.1.2. Dimensión Conocimientos.....	426
4.1.1.3. Dimensión Procedimientos Metodológicos	431
4.1.2. Documentos Oficiales Españoles.....	434
4.1.2.1. Dimensión Finalidades.....	435
4.1.2.2. Dimensión Conocimientos.....	438
4.1.2.3. Dimensión Procedimientos Metodológicos	443
4.1.3. Síntesis de los resultados – Comparación entre los Documentos Oficiales Portugueses y los Documentos Oficiales Españoles	445
4.2. Perspectiva CTSA en los Libros de texto de Ciencias Portugueses y Españoles (2ª fase del estudio)	456
4.2.1. Perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de Ciencias de 5ºcurso	456
4.2.2. Perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de Ciencias de 6º curso	463
4.2.2.1. Introducción	463
4.2.2.1. Naturaleza de los Episodios (explícitos/implícitos) contemplados en los libros de texto portugueses de 6ºcurso	468
4.2.2.2. Síntesis de los resultados sobre los libros portugueses.....	474
4.2.3. Perspectiva CTSA en los libros de texto españoles de Ciencias de 5º y 6º curso	479
4.2.3.1. Introducción	479
4.2.3.2. Naturaleza de los Episodios (explícitos/implícitos) contemplados en los libros de texto españoles de 5º/6ºcurso (3er Ciclo)	483
4.2.3.3. Síntesis de los resultados sobre los libros españoles.....	488
4.2.4. Discusión global de resultados: Comparación entre los libros de texto portugueses y los libros de texto españoles	493
4.3. Relación entre los Documentos Oficiales Curriculares y los Libros de Texto, de Portugal y de España: Principales semejanzas y diferencias (3ª fase del Estudio) ..	504
4.3.1. Relación entre la dimensión Finalidades del IA/DOC y las dimensiones A y B del IA/LT.....	504
4.3.2. Relación entre la Dimensión Conocimientos de IA/DOC y la Dimensión A (Discurso e información proporcionada) de IA/LT	508
4.3.3. Relación entre la Dimensión Procedimientos Metodológicos del IA/DOC y la Dimensión B (actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT	518
5. CONCLUSIONES.....	523
5.1. Introducción.....	523
5.2. Principales interpretaciones del estudio	524
5.2.1. Perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Curriculares Portugueses y Españoles (1ª fase del estudio)	524

5.2.2. Perspectiva CTSA en los libros de texto de Ciencias portuguesas y españolas (2ª fase del estudio).....	527
5.2.3. Relación entre los Documentos Oficiales Curriculares y los Libros de Texto, en Portugal y en España (3ª fase del estudio).....	529
5.2.4. Síntesis de las principales conclusiones	532
5.3. Aportaciones y contribuciones de estudio	534
5.4. Sugerencias.....	538
5.5. Limitaciones.....	540

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles correspondientes entre el sistema educativo portugués y español. ...	365
Tabla 2: Relación entre los objetivos de investigación y los instrumentos, etapas de recogida y tratamiento de datos, aplicados en las tres fases de investigación.	392
Tabla 3: Instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares desde la perspectiva CTSA.	396
Tabla 4: Instrumento de análisis de libros de texto de Ciencias desde la perspectiva CTSA.	399
Tabla 5: Libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias seleccionados para el estudio.	405
Tabla 6: Libros de texto portugueses de 6º curso de Ciencias seleccionados para el estudio.	405
Tabla 7: Libros de texto portugueses de 5º y 6º curso de Ciencias (2º Ciclo) seleccionados para el estudio y su identificación.	406
Tabla 8: Libros de texto portugueses de 5º y 6º curso (2º Ciclo) de Ciencias seleccionados para el estudio.	406
Tabla 9: Libros de texto españoles de 5º y 6º curso (3er Ciclo) de Ciencias, seleccionados para el estudio.	407
Tabla 10: Incorporación de la perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Portugueses.	421
Tabla 11: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Finalidades - DOP.	423
Tabla 12: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Conocimientos - DOP.	427
Tabla 13: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Procedimientos Metodológicos - DOP.	432
Tabla 14: Incorporación de la perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Españoles.	434
Tabla 15: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Finalidades - DOE.	435
Tabla 16: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Conocimientos - DOE.	439
Tabla 17: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Procedimientos Metodológicos - DOE.	444
Tabla 18: Comparación del número de episodios por dimensión, en los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y en los Documentos Oficiales Españoles (DOE).	446
Tabla 19: Numero de episodios explícitos e implícitos, por parámetro e indicador, contemplados en los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y en los Documentos Oficiales Españoles (DOE).	455
Tabla 20: Incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de 5º curso.	456

Tabla 21: Número de episodios por dimensión en los libros de texto portugueses de 5º curso.	458
Tabla 22: Episodios explícitos e implícitos por indicador, contemplados en los libros de texto portugueses de 5º curso (Fernandes, 2011).	462
Tabla 23: Incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de 6º curso	464
Tabla 24: Número de episodios por dimensión en los libros de texto portugueses de 6º curso.	465
Tabla 25: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador/dimensión, identificados en los libros de texto portugueses de Ciencias de 6º curso.	477
Tabla 26: Incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto españoles de Ciencias de 5º y 6º curso (3 ^{er} Ciclo).	480
Tabla 27: Número de episodios por dimensión en los libros de texto españoles de 5º y 6º curso.	481
Tabla 28: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador, contemplados en los libros de texto españoles de 5º/6º curso.	491
Tabla 29: Incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses (LTP) y en los libros de texto españoles (LTE).....	494
Tabla 30: Número de episodios por dimensión en los libros de texto portugueses y españoles de 5º/6º curso.....	494
Tabla 31: Episodios explícitos (E) e implícitos (I) por indicador contemplados en los libros de texto portugueses (LTP) y en los españoles (LTE).	503
Tabla 32: Relación entre la dimensión Finalidades del IA/DOC y las dimensiones A (Discurso e información proporcionada) y B (Actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT.	505
Tabla 33: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P1 - Relacionados con el enfoque de temas) del IA/DOC y la dimensión A del IA/LT.	509
Tabla 34: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P2 - Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos) del IA/DOC y la dimensión A (Discurso e información proporcionada) del IA/LT.	511
Tabla 35: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P3 - <i>Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales</i>) del IA/DOC y la dimensión A (<i>Discurso e información proporcionada</i>) del IA/LT... ..	513
Tabla 36: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P4 - Diversidad de temas y contenidos científicos) del IA/DOC y la dimensión A (Discurso e información proporcionada) del IA/LT.....	515
Tabla 37: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P5 - Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico) del IA/DOC y la dimensión A (Discurso e información proporcionada) del IA/LT.	516
Tabla 38: Relación entre la dimensión Procedimientos Metodológicos (Parámetro PM.P1 - <i>Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza</i>) del IA/DOC y la dimensión B (<i>Actividades de enseñanza/aprendizaje</i>) del IA/LT.	520

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema general del estudio.....	359
Figura 2: Esquema general de las relaciones que se pretenden analizar.	371
Figura 3: Diseño metodológico de la investigación.	391
Figura 4: Relaciones que se establecen entre las dimensiones, parámetros e indicadores del instrumento de análisis de Documentos Oficiales.	394
Figura 5: Relaciones establecidas entre las dimensiones, parámetros e indicadores del instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares (DOC) y el instrumento de análisis de libros de texto (LT).	415
Figura 6: Correspondencia entre la dimensión Finalidades del IA/DOC y las dimensiones A (discurso/información proporcionada) y B (actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT.....	416
Figura 7: Relación de correspondencia entre la dimensión Conocimientos del IA/DOC y la dimensión A (<i>Discurso e información proporcionada</i>) del IA/LT).....	418
Figura 8: Relación de correspondencia entre la dimensión Procedimientos Metodológicos del IA/DOC y la dimensión B (actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT.	419
Figura 9: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión (Finalidades (F), Conocimientos (C) e Procedimientos Metodológicos (PM)), en los DOP y en los DOE.	448
Figura 10: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Finalidades, en los DOP y en los DOE.	449
Figura 11: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Conocimientos, en los DOP y en los DOE.	450
Figura 12: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Procedimientos Metodológicos en los DOP y en los DOE.	453
Figura 13: Número de indicadores por dimensión (A y B) identificados en los libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias.....	459
Figura 14: Número de episodios explícitos e implícitos en los libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias.....	460
Figura 15: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión en los libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias.....	461
Figura 16: Número de indicadores por dimensión (A y B) identificados en los libros de texto portugueses de 6º curso de Ciencias.....	466
Figura 17: Número de episodios explícitos e implícitos en los libros de texto portugueses de 6º curso de Ciencias.....	474
Figura 18: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión en los libros portugueses de 6º curso de Ciencias.....	476
Figura 19: Número de indicadores por dimensión (A y B) identificados en los Libros de texto españoles de 5º/6º curso de Ciencias.	482

Figura 20: Número de episodios explícitos e implícitos identificados en los libros de texto españoles de 5º/6º curso de Ciencias.	488
Figura 21: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión en los libros de texto españoles de 5º/6º curso de Ciencias.	490
Figura 22: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión, A (<i>Discurso e información</i> proporcionada) e B (Actividades de enseñanza/aprendizaje), en los libros de texto portugueses (LTP) y en los libros de texto españoles (LTE).....	496
Figura 23: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión A (Discurso e información proporcionada), en los LTP y en los LTE.	498
Figura 24: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión B /Actividades de enseñanza/aprendizaje) en los LTP y en los LTE.....	500

1. Introducción

1.1. Presentación del estudio

Hoy en día presenciamos tanto una creciente evolución de la Ciencia y de la Tecnología como una influencia directa y una continua transformación que estas imponen a la Sociedad y al Ambiente. Debido a los avances científicos y a la necesidad constante de nuevos productos tecnológicos, presentes en nuestra Sociedad, es imprescindible formar ciudadanos científicamente cultos que, además de conocimientos científicos y tecnológicos, posean pensamiento crítico, capacidad de resolver de problemas y sean autónomos. Es decir, ciudadanos dotados de un conjunto de competencias que les ayuden a integrarse en la Sociedad en la que viven, para poder tomar decisiones conscientes e informadas sobre el mundo que les rodea, cada vez más complejo y repleto de innovaciones.

La Educación en Ciencias con perspectiva CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) aboga por un enfoque contextualizado de la Ciencia y por los temas científicos actuales, así como por su interconexión con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente con el fin de dar una imagen real de la Ciencia y su aplicabilidad en la vida cotidiana, además, permite desarrollar la deseada cultura científica de los alumnos. Por esta razón, debe estar integrada tanto en los Documentos Oficiales Curriculares como en los libros de texto de Ciencias que regulan la acción educativa.

El reconocimiento de la importancia de la Educación en Ciencias con enfoque CTSA unido a la preocupación de saber cómo esta perspectiva es abordada por las directrices curriculares de los Documentos Oficiales y por los libros de texto de Ciencias de Educación Primaria ha sido el punto de partida de este trabajo.

La motivación por este tema ha sido acentuada por el trabajo desarrollado por la autora en una investigación anterior (Fernandes, 2011) acerca de la incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de Ciencias de 5º curso de Educación Primaria, cuyos resultados despertaron un creciente interés en el tema y la necesidad de profundizar y ampliar dicha investigación.

En España el movimiento CTSA está ampliamente divulgado, por ello se ha continuado con una investigación de doctorado cuyo objetivo es comprender cómo la perspectiva CTSA se contempla en las directrices curriculares de los Documentos Oficiales y en los libros de texto de Portugal y España.

El estudio que presentamos, de naturaleza esencialmente cualitativa, está estructurado en cinco capítulos cuya referencia breve se presenta a continuación:

En el **Capítulo 1 - Introducción** – se hace un tratamiento general del estudio sobre los retos y las tendencias actuales de la Educación en Ciencias con orientación CTSA, promotora de la alfabetización científica. Se presenta la justificación de la importancia del estudio y su finalidad así como se identifican las preguntas de investigación y los objetivos que han guiado la recogida y análisis de los datos.

En el **Capítulo 2 – Fundamentación teórica** – se establece un breve resumen del marco teórico que guió el desarrollo de la investigación.

En el **Capítulo 3 – Metodología** – se describe el tipo de investigación realizada y el diseño del trabajo. Se presenta la técnica, los instrumentos, la muestra y los procedimientos de recogida y análisis de datos.

En el **Capítulo 4 - Presentación y discusión de los resultados** – se discuten los datos obtenidos en tres secciones (correspondientes, respectivamente, a la 1ª, 2ª y 3ª fase del estudio – ver figura 1). En la primera se analizan los Documentos Oficiales Curriculares de Portugal y España desde la perspectiva CTSA. En la segunda se refiere al análisis de los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias, según esta perspectiva. Cada una de estas secciones termina con una síntesis general en la que se presentan y discuten, de manera comparativa, los resultados obtenidos en cada fase. En la tercera sección se relacionan las directrices curriculares de los Documentos Oficiales con los libros de texto de Ciencias.

En el **Capítulo 5 - Conclusiones** - se presentan las principales conclusiones. También se sugieren las aportaciones y consideraciones que señalan preguntas para investigaciones futuras y se discuten algunas limitaciones del estudio.

El estudio termina con referencias bibliográficas y los anexos considerados relevantes (ver versión portuguesa - Anexos).

El esquema que se presenta a continuación ilustra la estructura general de estudio desarrollado.

La perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Curriculares y en los libros de texto de Ciencias de la Educación Primaria: estudio comparativo entre Portugal y España

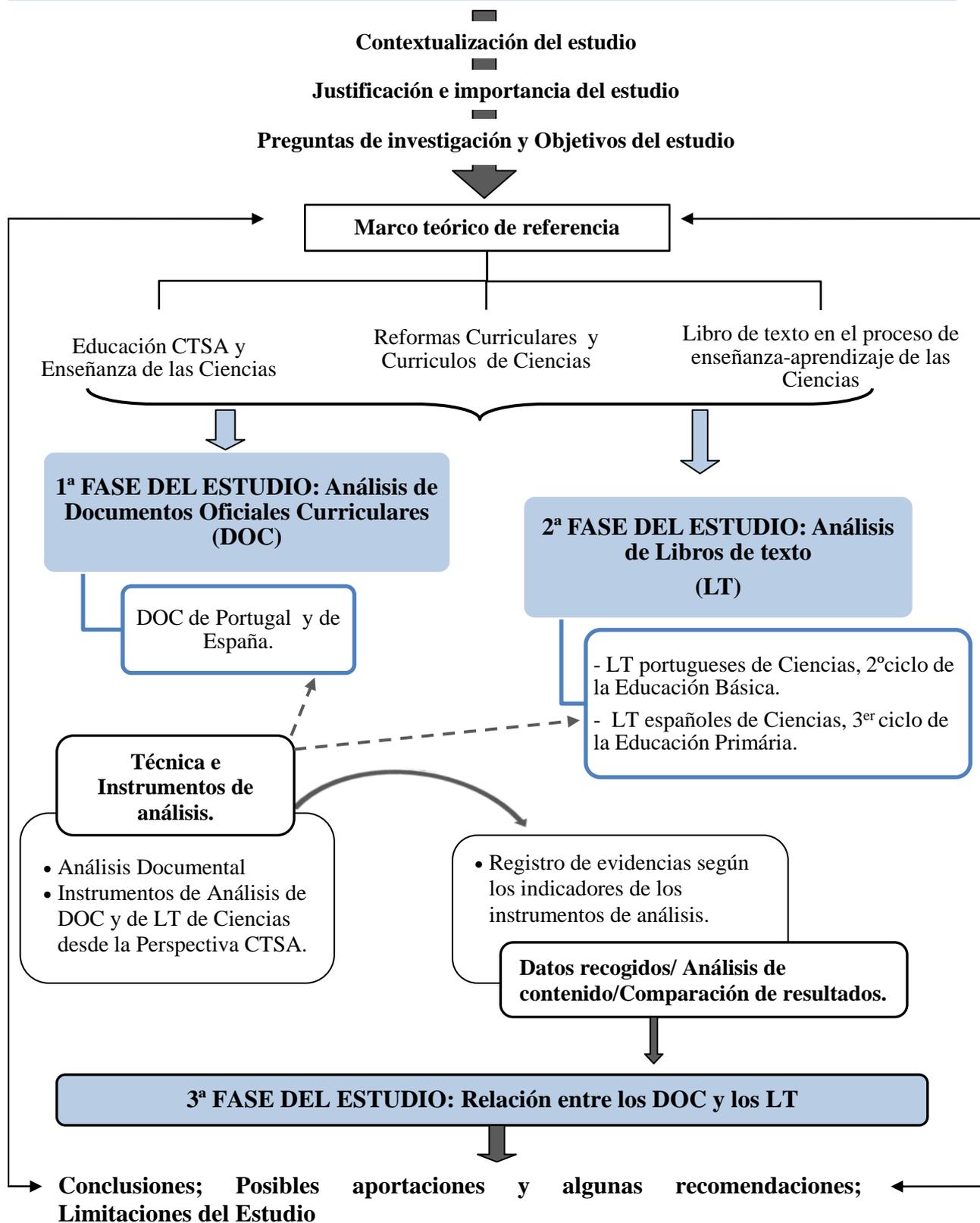


Figura 1: Esquema general del estudio.

1.2. Retos y tendencias actuales de la educación en Ciencias

Vivimos en un mundo cada vez más dependiente del conocimiento científico y tecnológico que transforma e influye en nuestra forma de vida personal, social y profesional y también en la educación, en particular, la Educación Científica.

Es indiscutible que el desarrollo científico y tecnológico ha dado lugar a cambios sociales, culturales, ambientales, económicos y políticos que afectan a la forma de vida en la Sociedad conduciendo a nuevas formas de plantear la educación y, en particular, la Enseñanza de las Ciencias. La cantidad de información disponible y su constante evolución, así como la necesidad de la participación activa de los ciudadanos en la toma de decisiones, les trae nuevas exigencias y responsabilidades, como la capacidad de actualización continua y de decisión informada y esclarecedora. O sea, son las necesidades de la Sociedad que requieren una cualificación a los ciudadanos para que sean conscientes de los problemas a los que la Humanidad se enfrenta y obligan a tomar decisiones individuales y colectivas fundamentadas, así como a aumentar la conciencia de la actividad humana para un desarrollo sostenible (Gil-Pérez, 1998; Gil-Pérez, Vilches y Oliva, 2005; Paixão y Cachapuz, 1999).

Los avances científicos y tecnológicos y los cambios sociales, culturales, ambientales, etc., que han marcado cambios profundos en la Sociedad actual, tuvieron un impacto en la enseñanza de la Ciencia que ha sido influenciada por diversos contextos sociales, políticos, económicos, culturales, religiosos, tecnológicos y ambientales, entre otros, por ello está reconocida como área esencial en la formación de los ciudadanos de la Sociedad actual (Pinheiro, Silveira y Bazzo, 2007, 2009; Santos y Mortimer, 2002; Santos, 2006; Sutil, Bartoletto, Carvalho y Carvalho, 2008; Vieira, 2007).

Se trata entonces, y sobre todo, de promover la formación de individuos científicamente alfabetizados, es decir, ciudadanos que dominen el conocimiento científico y tecnológico que sean capaces de entender el mundo que les rodea, de tomar decisiones responsables e informadas permitiéndoles enfrentarse a los cambios y a las exigencias de la Sociedad actual, de manera autónoma y responsable. La gran meta educativa de la enseñanza de las Ciencias según la perspectiva CTSA es el desarrollo de la cultura científica de los alumnos.

A pesar de existir diversas definiciones e interpretaciones del concepto de cultura científica (Aikenhead, 2009; DeBoer, 2000 citado por Vieira, 2007; Fernandes,

Pires y Villamanán, 2014; León, Colón y Alvarado, 2013; Tenreiro-Vieira y Vieira, 2012a; Torres, 2012; entre otros), es posible encontrar aspectos comunes en su definición. La cultura científica es entendida esencialmente como el dominio del conocimiento científico y la capacidad de pensamiento crítico sobre una determinada situación, así como la capacidad de aplicar este conocimiento para resolver problemas. Incluye la capacidad de reflexión y saber hacer uso de la información científica para generar opiniones, actitudes críticas y hacer frente a la vida diaria.

Este reto que se le marca a la Educación de la Ciencia, la necesidad de alfabetizar científicamente a todos los ciudadanos, preparándolos para tomar decisiones y actuar con responsabilidad en la Sociedad donde viven (Praia y Vilches, 2007), ha sido reconocido por varias organizaciones internacionales que, al defender un nuevo rumbo para la Educación, generaron un movimiento educacional que se basa en supuestos de *Scientific Literacy /Public Understanding of Science*.

Recomendaciones para la enseñanza de la Ciencia, teniendo como meta educativa la alfabetización científica de los alumnos, se expresan en diversas organizaciones internacionales de prestigio (ej.: UNESCO, 1990, 1994; Organización de los Estados Ibero-americanos - OEI, 2001), así como en varios documentos importantes (*Association for the Advancement of Science - AAAS*, 1990, 1993; *International Technology Education Association - ITEA*, 2000; *National Science Teachers Association*, 1991, entre otros).

En este contexto, teniendo en cuenta la necesidad de promover la alfabetización científica, se impone una Educación en Ciencias para todos los ciudadanos (Marco-Stieffel, 2000; Martins et al., 2009; Vieira et al., 2011) que mejore su participación en situaciones de contexto cotidiano. Se trata de promover una Educación en Ciencias más cultural, humanística y cívica, marcada por una ciudadanía crítica y con responsabilidad social, en oposición a una enseñanza de la Ciencia descontextualizada (Tenreiro-Vieira y Vieira, 2012a).

En este sentido, ha sido ampliamente recomendada una Educación Científica que valore la enseñanza contextualizada de la Ciencia, enfatizando sus interrelaciones con la Tecnología y la Sociedad (Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins, 2011; Tenreiro-Vieira y Vieira, 2012a). Este tipo de orientación para la Educación de la Ciencia es conocido internacionalmente como movimiento/perspectiva/dimensión/estudios/educación CTS (*STS – Science-Technology-Society*).

Los estudios CTS buscan comprender la dimensión social de la Ciencia y de la Tecnología, tanto en lo que respecta a los factores sociales, políticos o económicos que influyen en el cambio científico-tecnológico, como en lo que se refiere a las repercusiones éticas, ambientales o culturales de este cambio. Son esenciales para la comprensión pública de la Ciencia, para una ciudadanía activa y el desarrollo de una visión holística e integradora de la Ciencia (Aikenhead, 2009; Bazzo et al., 2003; Palacios, Galbarte, López-Cerezo, Luján, Gordillo, Osório y Valdés, 2001; Solbes y Vilches, 2002).

Entre los propósitos del movimiento CTS, se encuentra la necesidad de desarrollar la concepción de la Ciencia y de la Tecnología asociada a factores socio-ambientales. Por ello, autores como Vilches y Gil-Pérez (2010a, b) han incluido la letra A de Ambiente a las siglas CTS. Esta inclusión contribuye a dar una imagen más completa y contextualizada de la Ciencia y supone considerar la comprensión de cuestiones ambientales y de calidad de vida. De este modo, este enfoque CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) pretende sentar las bases para un futuro sostenible. Esta forma de enfocar la Ciencia puede constituir una vía eficaz para promover la cultura científica, entendida como la capacidad para comprender los avances científico-tecnológicos de la Sociedad actual. De acuerdo con los autores antes mencionados y teniendo en cuenta las implicaciones de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad y el Ambiente, y viceversa, se optó por la designación CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) porque evidencia mejor las cuestiones medioambientales, cada vez más importantes en el mundo de hoy.

La educación científica con orientación CTSA proporciona una visión contextualizada, integrada y completa de la Ciencia y de la Tecnología, además de ser una de las tendencias más actuales en la enseñanza de la Ciencia capaz de desarrollar en los alumnos capacidades de alto nivel de abstracción que les permite involucrarse críticamente con la Ciencia en su vida cotidiana (Osborne y Dillon, 2008; Osborne, 2011), promover la alfabetización científica y contribuir al ejercicio de una ciudadanía activa y consciente.

1.3. Breve contextualización de la investigación

Uno de los retos educativos del siglo XX es formar ciudadanos científicamente cultos y socialmente responsables. En los últimos años ha habido grandes y numerosos desafíos, que generaron cambios considerables en la enseñanza de las Ciencias, se promovieron recomendaciones como: *Ciencia para todos*, *Comprensión pública de la Ciencia*, *Cultura científica y tecnológica* y *Educación en Ciencias con enfoque CTSA*.

Reforzando esta idea, autores como Almeida (2007), Aikenhead (2005, 2009), Caamaño e Martins (2005), Cachapuz, Praia e Jorge (2000), Gil-Pérez (1998), Martín-Gordillo (2005), Membiela (2001), Osborne (2011), Pires (2010), Solbes (2009), Tenreiro-Vieira e Vieira (2012a, b), entre otros, defienden la Educación CTSA por presentar mejoras significativas en: i) la comprensión y el uso de procedimientos científicos, el desarrollo del pensamiento crítico y creativo así como la transferencia de ideas y capacidades científicas a situaciones nuevas; ii) la comprensión de la naturaleza de la Ciencia; y iii) el interés de los alumnos en el aprendizaje de la Ciencia y la adopción de actitudes más positivas hacia la Ciencia.

Para hacerlo se necesita: (a) dar prioridad al aprendizaje de conceptos que sean importantes y relevantes para las necesidades de los estudiantes, para el progreso social y para el bien común, centrando la enseñanza en temas científicos socio-ambientales relevantes y polémicos; (b) promover el aprendizaje de los conceptos científicos a partir de ejemplos de su vida diaria, conectando el conocimiento científico con el conocimiento cotidiano, involucrando a los estudiantes en aprendizajes significativos y contextualizados, necesarios para comprender el mundo en su globalidad y complejidad; (c) comprender los aspectos epistemológicos y sociológicos de la construcción de la ciencia, llevando a los estudiantes a reconocer las ventajas y las limitaciones de la ciencia y de la tecnología; y (d) conocer, valorar y usar la tecnología en su vida personal, así como ser capaz de contrastar las explicaciones científicas con las ideas del sentido común (Fernandes y Pires, 2011, 2012, 2013; Pires, 2010).

Esta forma de abordar los contenidos de Ciencia, que designamos como *Perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente* (CTSA), permite el aprendizaje de conceptos y teorías más cercanas a la realidad, promoviendo una formación más integral del individuo y facilitando una mejor calidad de vida (Solbes, 2009). Despierta la motivación del alumno y permite el desarrollo de mejores niveles de comprensión y conocimientos acerca de lo que le rodea. Es un contexto privilegiado para el desarrollo

de capacidades de comunicación y de interacción social, para la socialización del alumno con los demás y con el medio ambiente. Permite la formación de ciudadanos capaces de tomar decisiones individuales y sociales adaptados a los cambios del mundo moderno (Fernandes, 2011).

Sin embargo, a pesar de toda la investigación realizada en el ámbito de la Educación de la Ciencia con enfoque CTSA, que ha demostrado el potencial educativo de esta perspectiva de enseñanza (Aikenhead, 2009; Alves, 2005; Alves, 2011; Caamaño y Martins, 2005; Fernandes, 2011; Martins, 2002c; Melo, 2008; Membiela, 2001; Mendes, 2008; Oliva y Acevedo, 2005; Pereira y Martins, 2008; Rodrigues, 2011; Solbes et al., 2007; Solbes, Vilches y Gil, 2001a; Torres, 2012; Vieira, 2003; Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins, 2011), aún no se ha logrado integrarla claramente en la enseñanza/aprendizaje de las Ciencias y, se han identificado, entre otros, problemas relacionados con: i) la explicitud de los currículos y de los libros de texto; ii) insuficiencia de recursos didácticos adecuados y iii) la escasa formación de los docentes en la enseñanza de las Ciencias según la perspectiva CTSA, condicionando la práctica pedagógica.

Teniendo en cuenta estos problemas el propósito de esta investigación es prestar atención al primero, o sea, el relacionado con los currículos y con los libros de texto.

En relación a las directrices curriculares, varios investigadores proponen la construcción de currículos de Ciencias con enfoque CTSA para adecuar la escuela a las necesidades de la Sociedad (Acevedo, 2004; García-Carmona y Criado, 2012; García-Carmona, Criado y Cañal, 2014; Martins, 2004; Pereira y Martins, 2008, 2009). En los últimos años, muchos países, entre ellos Portugal y España, se han esforzado para concebir, desarrollar y implementar nuevas reformas educativas cuyo propósito fue promover la alfabetización científica para todos los ciudadanos (Roig et al., 2010).

Es nuestra preocupación investigar si las últimas reformas curriculares ocurridas en Portugal y en España preconizadas por los Documentos Oficiales Curriculares de Educación Primaria (10-12 años, 2º Ciclo de la Educación Básica en Portugal/ 3^{er} Ciclo de la Educación Primaria en España) contemplan recomendaciones coherentes con la Educación CTSA.

Para que se comprenda mejor el nivel de enseñanza sobre el cual incide el estudio en Portugal y en España, así como la correspondencia respectiva, en la tabla 1

presentamos los niveles de enseñanza considerados por los dos sistemas educativos de los países en estudio.

Tabla 1: Niveles correspondientes entre el sistema educativo portugués y español.

Sistema Educativo (6 – 18 años)					
Portugal			España		
Enseñanza Secundaria (15-18 años)		12ºcurso		Bachillerato (Ed. Sec. Pos-obligatoria) (16-18 años)	2ºcurso
		11ºcurso			1ºcurso
Educación Básica	3ºciclo (12-15 años)	10ºcurso	Enseñanza Secundaria	Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (12-16 años)	4ºcurso
		9ºcurso			3ºcurso
	2ºciclo (10-12 años)	8ºcurso			2ºcurso
		7ºcurso			1ºcurso
		6ºcurso		3ºciclo (10-12 años)	6ºcurso
1ºCiclo (6-10 años)	5ºcurso	Educación Primaria		5ºcurso	
	4ºcurso		2ºciclo (8-10 años)	4ºcurso	
	3ºcurso		1ºciclo (6- 8 años)	3ºcurso	
	2ºcurso			2ºcurso	
	1ºcurso			1ºcurso	

También nos interesan los libros de texto. Respecto a los recursos didácticos, la enseñanza de la Ciencia ha estado dominada por el libro de texto, considerado el recurso más utilizado en las prácticas pedagógicas como señalan diferentes estudios en nacionales y extranjeros (López-Valentín, y Guerra-Ramos, 2013; Mansour, 2007; Santos, 2001a, 2004b), de ahí que resulte tan importante este recurso en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Nuestra convicción de la importancia del enfoque CTSA en la enseñanza de la Ciencia viene dada por los motivos considerados anteriormente, relacionados con el desarrollo la cultura científica de los alumnos y su capacidad para hacer frente a los temas científicos y tecnológicos. Esto nos ha llevado a desarrollar una investigación que tiene como principal objetivo averiguar si la perspectiva CTSA está integrada en las directrices de los Documentos Oficiales Curriculares y en los libros de texto de Ciencias y de qué forma lo está.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

La Sociedad requiere y valora ciudadanos científica y tecnológicamente preparados para intervenir en cuestiones socio-ambientales de manera crítica e informada.

Estamos de acuerdo con Galvão (20019 cuando refiere que “*a mudança tecnológica acelerada e a globalização do mercado exigem indivíduos com educação abrangente em diversas áreas, que demonstrem flexibilidade, capacidade de comunicação, e uma capacidade de aprender ao longo da vida*” (p. 129), es decir, que el pensamiento crítico y creativo sea la base del comportamiento y acciones, basadas en el conocimiento científico, de los ciudadanos. Esto les permitirá integrarse fácilmente en la Sociedad actual.

En este sentido, es necesario dirigir la enseñanza de las Ciencias para el desarrollo de capacidades como el razonamiento, la resolución de problemas, la indagación, debates de opinión, el pensamiento crítico, la comprensión de las cuestiones ambientales, haciendo a los estudiantes capaces de relacionar los contenidos científicos con las cuestiones problemáticas actuales, con la calidad de vida, la economía y los aspectos industriales de la tecnología en relación con la naturaleza de la Ciencia y capacitándolos para hacer frente al entorno donde viven. En resumen, direccionar la enseñanza de las Ciencias para la promoción de la alfabetización científica, sinónimo de una ciudadanía activa, fundamentada, consciente y responsable y basado en valores democráticos. Esto nos parece posible con la implementación del enfoque CTSA en la enseñanza de las Ciencias.

Sin embargo, para que se pueda implementar una Educación CTSA es necesario que los profesores de Ciencias sean capaces de crear situaciones de enseñanza/aprendizaje que permitan desarrollar en los alumnos capacidades para participar en las cuestiones cotidianas. Por lo tanto, también es necesario, entre otros aspectos, que los currículos y los libros de texto de Ciencias, que regulan la actuación de los profesores, sean adecuados para explorar los contenidos, dando sugerencias a los maestros para implementarlos de manera adecuada y de acuerdo con una perspectiva CTSA.

Las ventajas de la perspectiva CTSA en la enseñanza de las Ciencias se reconocen desde hace mucho tiempo. Martins (2003) señala una propuesta capaz de conquistar a los alumnos, invirtiendo la tendencia general de desinterés de la mayoría de

los jóvenes frente a la enseñanza de la Ciencia y, por lo tanto, considera que este movimiento se presenta como una apuesta creíble y viable que fundamenta el desarrollo y la reestructuración de las nuevas directrices curriculares, la concepción de recursos didácticos, en particular de los libros texto y la implementación de nuevas estrategias de enseñanza.

Fundamentada en la opinión de la autora referida, nuestra investigación en el ámbito de la Educación CTSA contempla el análisis de los Documentos Oficiales Curriculares en vigor en Portugal¹ y España², y los libros de texto de Ciencias de Educación Primaria de los dos países, con el objeto de percibir si consideran la perspectiva CTSA, y de qué forma, intentando igualmente percibir la relación entre estos dos recursos pedagógicos.

La relación entre estos dos recursos pedagógicos dependerá de la interpretación que los autores de libros de texto hacen de las Directrices Curriculares. Para Pedrosa y Leite (2005) los libros de texto tienden a reflejar las interpretaciones que los respectivos autores hacen de los Documentos Curriculares. De igual forma, los maestros también harán interpretaciones de los libros de texto de acuerdo con sus concepciones pedagógicas (que en última instancia determinará el aprendizaje del estudiante), por ello son fundamentales estudios que hagan análisis y reflexiones sobre la perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Curriculares y en los libros de texto de Ciencias.

¹ En Portugal la última revisión curricular ha tenido lugar en 2011 (*Despacho nº17169/2011, de 23 de dezembro*). De acuerdo con esta revisión, las *Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico* (Bonito et al, 2013 – ME - DGIDC), junto con el *Programa de Ciências do 2ºCiclo do Ensino Básico*, Volumen I y II, constituyen los Documentos Oficiales Curriculares de referencia de la enseñanza y de la evaluación, que están en vigor.

² En España las últimas normas publicadas relativas a educación corresponden a la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Boletín Oficial del Estado de 10 de diciembre de 2013) y el respetivo Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (Boletín Oficial del Estado de 1 de marzo de 2014). A nivel autonómico, en la Comunidad autónoma de Castilla y León se publicó la Orden EDU/519/2014, de 17 de junio, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en Castilla y León (Boletín Oficial de Castilla y León nº 117 de 20 de junio de 2014). Sin embargo, esta primera fase de análisis de documentos oficiales tuvo lugar en el período 2012/2013 y dada la fase avanzada de la tesis y para evitar una excesiva dilatación en el tiempo, fueron analizados los documentos oficiales que estaban en vigor en ese momento (Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria; Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, Boletín Oficial del Estado de 20 de julio de 2007, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Primaria y el Decreto 40/2007, de 3 de mayo, Boletín Oficial de Castilla y León de 9 de mayo de 2014, por el que se establece el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad autónoma de Castilla y León).

Respecto a las directrices curriculares establecidas en los Documentos Oficiales, Pereira y Martins (2009) argumentan que estas deben reflejar las preocupaciones y necesidades de la Sociedad actual, expresando ideas CTSA que permitan a los docentes desarrollar prácticas que fomenten en los alumnos competencias esenciales para el ejercicio de una ciudadanía activa e informada.

En relación a los libros de texto, deberán reflejar las directrices de los Documentos Oficiales y contribuir para su concretización, promoviendo la Educación CTSA que defendemos. Esto podrá ser conseguido si ofrecen un discurso que explore de manera integrada los contenidos de la Ciencia y de la Tecnología, relacionándolos con los impactos tanto positivos, como negativos, que tienen en la Sociedad y en el Ambiente, y propongan actividades variadas (debates, discusión de temas sociales controvertidos, investigaciones, etc.) integradas en contextos de Educación CTSA que involucren al alumno en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico (Alves, 2005 y Fernandes, 2011).

Los libros de texto son un recurso fundamental en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Por un lado, son una de las principales fuentes de aplicación de las directrices curriculares, pues son elaborados con base en las indicaciones de los Documentos Oficiales Curriculares y en las directrices específicas de cada asignatura. Por otro lado, como refieren varios autores (García-Herrera, 2001; López-Valentín, y Guerra-Ramos, 2013; Mansour, 2007; Perales, 2006; Santos, 2001a, 2004b) consideramos que se ha convertido en la principal fuente de información para docentes y alumnos, son el recurso didáctico más utilizado por los profesores y representan un material curricular con gran relevancia en las clases de Ciencias. Siendo un instrumento tan importante y tan utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es necesario que promuevan una Educación CTSA que contribuya al desarrollo de la alfabetización científica y al pensamiento crítico en los estudiantes y, por lo tanto, deben proporcionar actividades y un discurso integrado en contextos CTSA, que son consideradas por algunos autores, como Alves (2005) y Fernandes (2011) como muy importantes para la promoción de la cultura científica de los alumnos. Por otro lado, aún, como señalan Santos (2001a), Neves y Morais (2006) y Calado y Neves (2012), los profesores no tienen la costumbre de trabajar directamente con estos Documentos Oficiales, recurriendo a menudo a la utilización del libro de texto, resultando, al final, ser el principal mediador curricular entre los currículos y el aula de ciencias.

Es en este contexto que nuestro estudio tiene sentido y se hace necesario. Se presenta como una continuación de una investigación anterior (Fernandes, 2011) que tuvo como objeto percibir si los libros de texto portugueses de Ciencias de 5º curso de la Educación Primaria (Educación Básica en Portugal), publicados en 2010, incorporaban la perspectiva CTSA y cómo lo hacían, en el ámbito del discurso e información proporcionada o de las actividades de enseñanza/aprendizaje sugeridas. Los resultados mostraron que la incorporación de esta perspectiva sigue siendo poco apreciada. Este enfoque está presente, pero no refleja la adecuada Educación en Ciencias con orientación CTSA, pues no siempre son establecidas relaciones entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente y, cuando lo son, esas relaciones no siempre están suficientemente evidenciadas para los profesores y alumnos.

Estas conclusiones despertaron un creciente interés en el tema y, por lo tanto, se ha desarrollado una investigación que pudiera dar continuación a ese trabajo.

Debido a las razones presentadas, se ha optado por hacer un estudio cuya principal finalidad ha sido percibir si la perspectiva CTSA está integrada, y de qué forma, en los Documentos Oficiales Curriculares y en libros de texto de Portugal y España de la Educación Primaria (10-12 años), así como relacionar estos dos recursos pedagógicos, analizando la interpretación que los libros de texto hacen de los Documentos Oficiales Curriculares. Se ha elegido este grupo de edad (10-12 años), teniendo en cuenta la formación y experiencia profesional de la autora en este nivel de enseñanza y la convicción de que en esta edad la curiosidad y el interés de los alumnos, frente a los problemas socio-ambientales, son más grandes y los hace más receptivos y más involucrados en su debate y exploración.

1.5. Preguntas y objetivos de la investigación

La gran finalidad de este estudio fue investigar si la perspectiva CTSA se integra en los Documentos Oficiales Curriculares y en los libros de texto de Ciencias de la Educación Básica de Portugal y España, y percibir cual es la relación entre ellos.

De acuerdo con la finalidad referida, se han definido las siguientes preguntas de investigación:

P1: ¿Las directrices de los Documentos Oficiales Curriculares de Ciencias de la Educación Básica en Portugal y España son coherentes con el actual paradigma didáctico de la enseñanza de las Ciencias según la perspectiva CTSA?

P1.1: ¿Las relaciones que se establecen entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente se expresan con claridad en los Documentos Oficiales Curriculares que participan en el estudio?

P2: ¿Los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias incorporan la perspectiva CTSA?

P2.1: ¿Los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias exploran los contenidos científicos de forma entrelazada con la Tecnología y con el impacto que tiene sobre la Sociedad y el Ambiente, destacando tanto los impactos positivos como los negativos?

P2.2: ¿Los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias hacen sugerencias de actividades de enseñanza/aprendizaje para que se aborden los contenidos según la perspectiva CTSA?

P2.3: ¿Las relaciones que existen entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente se expresan con claridad en los libros de texto que participan en el estudio, sea en el discurso proporcionado, sea en las actividades propuestas?

P3: ¿Qué relación se establece, de continuidad/discontinuidad, entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias, con respecto a la perspectiva CTSA?

Para responder a estas preguntas se definieron los siguientes objetivos:

1 - Analizar los Documentos Oficiales Curriculares de Portugal y España en materia de Educación en Ciencias con orientación CTSA y compararlos.

1.1 - Caracterizar los episodios CTSA identificados en los Documentos Oficiales Curriculares, analizarlos con respecto a las relaciones de interdependencia que se establecen entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente y compararlos.

2 - Comprobar si los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias de la Educación Primaria exploran la perspectiva CTSA.

2.1 - Comprender si el discurso propuesto por los libros de texto portugueses y españoles establece el vínculo entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente necesario para la Educación de la Ciencia según la perspectiva CTSA y compararlos.

2.2 - Comprender si las actividades de enseñanza/aprendizaje propuestas por los libros de texto portugueses y españoles integran la perspectiva CTSA y compararlas.

2.3 - Caracterizar los episodios CTSA identificados en los libros de texto analizados, con respecto a las relaciones de interdependencia que se establecen entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, sea en el discurso proporcionado, sea en las actividades propuestas, y compararlos.

3 – Relacionar los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Portugal y de España, según la perspectiva CTSA.

De acuerdo con estas preguntas y objetivos de investigación, el estudio comprende tres fases que se relacionan entre sí.

La figura 2 representa el esquema general de las relaciones que se pretenden analizar según la perspectiva CTSA

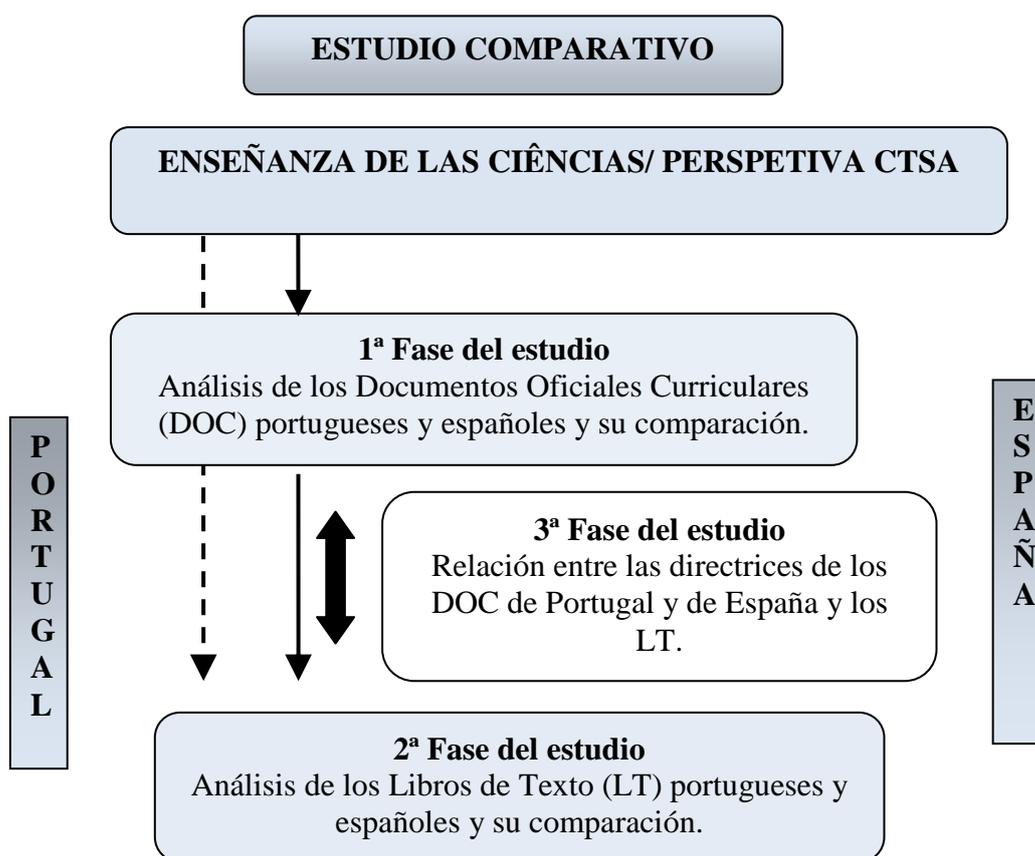


Figura 2: Esquema general de las relaciones que se pretenden analizar.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. La Educación CTSA y Enseñanza de la Ciencia

La mayoría de las clases de Ciencias son de carácter expositivo, enfatizando de hechos y monótono. No abordan temas científicos recientes y de relevancia social, ni aspectos de la naturaleza de la Ciencia, ni sus interrelaciones con la Tecnología, Sociedad y Ambiente, por ello, la mayoría de los estudiantes no son capaces de utilizar la información adquirida en las clases de Ciencias en contextos reales (García-Carmona y Criado, 2012; Prieto, España y Martín, 2012; Ternero-Vieira y Vieira, 2012, entre otros). Por lo tanto, es de suma importancia, que se implemente una enseñanza de las Ciencias con enfoque CTSA, que promueva la alfabetización científica de todos los ciudadanos y que permita proporcionar una oportunidad para que los estudiantes se enfrenten a problemas del mundo real, que tengan una dimensión Científica, Tecnológico, Social y Ambiental.

En este contexto, la perspectiva CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) se basa en la necesidad de transmitir una visión integrada de la Ciencia y no una imagen de “puro conocimiento”, para que los alumnos no se formen una idea de Ciencia alejada de la realidad. Esta forma de enfocar la Ciencia puede constituir una vía eficaz para promover la cultura científica en los alumnos, entendida como la capacidad para comprender los avances científico-tecnológicos de la Sociedad actual que permitan el ejercicio de una ciudadanía activa y consciente, así como el desarrollo de competencias que posibiliten a los alumnos utilizar los conocimientos adquiridos en la escuela en contexto cotidiano. La cultura científica requiere el aprendizaje tanto de contenidos de Ciencias como sobre su naturaleza, o sea, además de los conocimientos y procedimientos básicos de la Ciencia, los estudiantes deberán también adquirir conocimientos y actitudes apropiadas sobre lo que es la Ciencia, cómo se construye y funciona, cuáles son sus relaciones con la Tecnología, con la Sociedad y con el ambiente (Bennássar et al., 2010; Hodson 2008; Lederman, 2007 y García-Carmona y Criado, 2012).

La enseñanza de la Ciencia según esta perspectiva permite a los alumnos integrarse plenamente en una Sociedad cada vez más compleja, en constante cambio. Para ello, es necesario promover una enseñanza contextualizada, que acerque al alumno a la realidad, con aspectos relacionados con la Ciencia y la Tecnología y, que permita, tanto al alumno como al profesor, entender el sentido, el beneficio y la utilidad que estos aspectos proporcionan. Por ello, es necesario: i) enfatizar las interrelaciones entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente para llevar a cabo la práctica de la integración explícita de las mismas; ii) promover el desarrollo de competencias para gestionar información (pensamiento crítico, selección de información, análisis y síntesis, comunicación, etc.) y iii) unir la motivación de los estudiantes a las actitudes y a los valores, a la ética y a la responsabilidad, como futuros ciudadanos (Prieto, España y Martín, 2012).

Para Alvim (2012) es urgente una enseñanza de la Ciencia a partir de una educación científica que enaltezca una formación reflexiva y ciudadana, sobre la cual Santos (2009) refiere que debe alejarse de la matriz disciplinara tradicional y construir un espacio educativo aproximado de la Educación CTSA, una vez que:

(...) Construir ambientes educativos que sejam eles próprios ambientes de cidadania, e permear o ensino substantivo da disciplina de princípios e valores que penetrem em questões relacionadas com alguns conteúdos da ciência, com a sua natureza e estatuto e com o lugar da história da ciência no ensino da ciência, não é subestimar a dimensão conceptual da disciplina, mas complementa-la com a dimensão formativa (p.534).

Esta concepción de la enseñanza de las Ciencias debe afrontar la Ciencia como una producción histórica y una actividad cultural de una determinada Sociedad en un momento o espacio dado, es fundamental para la comprensión de la Ciencia de manera completa y contextualizada.

La importancia de la contextualización histórica y social de la Ciencia reside en el "significado" que ofrece a los estudiantes. No debe limitarse al aprendizaje de los contenidos científicos, sino enfatizar también la "naturaleza de la Ciencia", de sus aspectos históricos y sus impactos en la Sociedad actual, permitiendo al alumno reflexionar sobre desarrollo científico y tecnológico que se construye junto a sus relaciones con la Sociedad y el Ambiente (Alvim, 2012).

No se trata de enseñar exclusivamente sobre el conocimiento de la Ciencia, sino de *“encarar a ciência como uma parte fundamental da cultura contemporânea -*

património cultural da humanidade - implica reconhecer que a ciência e a tecnologia são valiosos empreendimentos humanos, apreciar as suas possibilidades e valores, mas também os seus limites” (Santos, 2009, p.532).

En este contexto, el actual paradigma de la enseñanza de las Ciencias se ha debatido con un problema adicional de enseñar sobre la naturaleza de la Ciencia y de la Tecnología (historia, filosofía, sociología...) y las relaciones que se establecen con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente, estas son cuestiones complejas y poco claras aún (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007; García-Carmona y Criado, 2012; Vázquez, Manassero, Ortiz, Bennàssar y Roig, 2012).

Por ello, diversas investigaciones en el ámbito de la Educación CTSA se han preocupado por las siguientes cuestiones: ¿Por qué enseñar Ciencia? ¿Qué Ciencia enseñar? ¿Cómo enseñar Ciencia? Pretendemos dar respuesta a estas cuestiones antes de contextualizar algunos obstáculos y dificultades de la implementación de la Educación CTSA (Pires, 2010; Prieto et al, 2012; Rodrigues, 2011; Vieira et al., 2011).

2.1.1. Finalidades y potencialidades de la Educación CTSA

En primer lugar vamos a reflexionar sobre ¿Por qué enseñar Ciencia?:

La investigación en Didáctica de las Ciencias ha señalado el enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) para la enseñanza de las Ciencias, en particular a nivel de la Educación Primaria, como una importante base de formación de individuos científicamente cultos.

Recientemente, Prieto et al. (2012) se han dedicado a este tema y señalan que, hoy en día, es fundamental educar a los ciudadanos, para que sean científica y tecnológicamente alfabetizados por razones de diferente tipo y carácter: i) *razones de carácter económico* - basadas en la convicción de que ningún país podrá asegurarse un desarrollo continuo y a largo plazo si no se llevan a cabo programas educativos dirigidos, tanto a mejorar la alfabetización científica de la población, como a la preparación de científicos y tecnólogos; ii) *razones de carácter político-social* - fundamentadas en la percepción de que, si la ciudadanía no posee la cultura científico-tecnológica suficiente que le permita comprender y controlar democráticamente las decisiones de científicos y tecnólogos, los sistemas democráticos se harán cada vez más vulnerables; iii) *razones de carácter cultural* – relativas al derecho de cada ser humano

a disfrutar del conocimiento científico-tecnológico y a la conveniencia de considerar a la ciencia y la tecnología como parte de la cultura en la que nos hallamos inmersos; e iv) *razones de carácter funcional* – siendo la tecnociencia una presencia creciente en nuestro mundo, es imprescindible un adecuado y funcional conocimiento de la misma para que podamos desenvolvernos sin dificultades en el mundo que nos rodea, entendiendo los sucesos que en él se producen y actuando sobre ellos con responsabilidad.

Hay varios argumentos a favor de una Educación CTSA. Compartimos la opinión de varios autores (Aikenhead, 1994, 2003, 2005, 2009; Alves, 2005; Fernandes, 2011; Martins, 2002; Membiela, 2001; Pires, 2010; Santos, 2001a, b, 2004a, b, 2005a, b; Prieto et al., 2012; Solbes, Vilches y Gil, 2001b; Terneiro-Vieira, 2002, 2004; Vieira et al., 2011), que afirman que la Educación CTSA es ventajosa para los alumnos porque permite que desarrollen capacidades de argumentación, de pensamiento crítico, toma de decisiones y resolución de problemas personales, profesionales y sociales, necesarias para actuar democráticamente y de forma responsable, comprender los desafíos sociales de la Ciencia y de las interacciones recíprocas que tiene con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente, y evaluar los impactos, tanto positivos como negativos, de la Ciencia y de la Tecnología en sus contextos personales y sociales diarios, sobre todo en temas sociales científicos que involucran discusiones éticas. Los estudiantes aprovechan la Educación CTSA si tienen una enseñanza con una orientación clara y contextual que les permita una visión integrada de la naturaleza de la Ciencia y de la Tecnología y de las relaciones recíprocas establecidas entre éstas y la Sociedad y el Ambiente, mejorando así sus actitudes hacia la Ciencia y el aprendizaje de los contenidos científicos.

En suma, la gran meta educativa del enfoque CTSA, como hemos indicado, es el desarrollo de la cultura científica en los estudiantes, que les permita comprender los avances científico-tecnológicos de la Sociedad actual, haciendo que sean capaces de utilizar en contextos reales los conocimientos y las competencias adquiridas en la escuela. A pesar de existir diversas definiciones e interpretaciones del concepto de cultura científica (Aikenhead, 2009; Vieira, 2007; Terneiro-Vieira y Vieira, 2012; León et al., 2013), es posible encontrar aspectos comunes en su definición. La cultura científica es entendida esencialmente como el dominio del conocimiento científico y la capacidad del pensamiento crítico sobre una determinada situación, así como la capacidad de aplicar este conocimiento para resolver problemas. Como señalan León et

al. (2013), en una Sociedad altamente científica y tecnológica, el concepto de cultura científica se puede entender como el correspondiente a un conjunto de significados, expectativas y comportamientos sobre la Ciencia y la Tecnología evidenciados y compartidos, local o globalmente, por los individuos de un determinado grupo social.

La Educación en Ciencia orientada al desarrollo de la cultura científica de los ciudadanos, se asume como una finalidad educativa cada vez más importante en la educación de todos los estudiantes, capaz de prepararlos para el ejercicio de una ciudadanía activa y responsable, necesaria para hacer frente a los desafíos y problemas del mundo contemporáneo y lograr caminos deseables hacia el desarrollo sostenible.

De este modo, como señala Correia et al. (2010), entendemos que la Educación para el Desarrollo Sostenible requiere la comprensión de las relaciones CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente), así como los problemas éticos asociados a ella. Por esta razón, se pretende que la educación científica se extiende a todas las personas, lo que justifica la enseñanza de Ciencia con enfoque CTSA a través de argumentos de carácter económico, sociocultural, democrático, ético y moral (Osborne, 2010; Reis, 2006), porque sólo así se puede desarrollar en los estudiantes capacidades y competencias para comprender e interpretar el mundo actual.

2.1.2. Naturaleza de la Ciencia y de la Tecnología y sus interrelaciones con la Sociedad y el Ambiente

Los ciudadanos, en general, no tienen una visión adecuada de la naturaleza de la ciencia,

qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que emplea para validar y difundir este conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, las características de la comunidad científica, los vínculos con la tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y, viceversa, las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad (Acevedo, 2008, p. 135).

Sobre este asunto Erlam y Oliveros (2010) afirman que la población en general todavía no posee una adecuada comprensión de los conceptos científicos, ni del modo de proceder de la Ciencia. Sobre la base de los estudios de diversos autores sobre conceptos de Ciencia-Tecnología-Sociedad, Rodrigues y Vieira (2012) señalan que los

maestros y estudiantes de diversos niveles de educación tienen dificultades para distinguir Tecnología y Ciencia.

En línea con este pensamiento, varios autores, por ejemplo Guisasola y Morentín (2007); Vázquez y Manassero (2012a, b); Vázquez, Manassero, Bennassar y Ariza (2012), afirman que la mayoría de los maestros revelan creencias tradicionales, positivistas e idealistas de la naturaleza de la Ciencia, ya que asumen la Ciencia como un cuerpo de conocimiento con características meramente utilitarias y conceptualizan la Tecnología como Ciencia aplicada o un conjunto de artefactos y herramientas, sin considerar los procesos de construcción de la Ciencia. Los autores consideran también que las concepciones de los educadores y profesores sobre la Ciencia y la Tecnología pueden influir en sus prácticas didácticas y pedagógicas y en la imagen de la Ciencia que transmiten a los alumnos.

Además, enseñar (y aprender) Ciencia es una tarea compleja debido a la gran complejidad y abstracción del nivel de los contenidos científicos, siendo el concepto de Ciencia en sí difícil de definir. De este modo, no es fácil encontrar una definición única de la Ciencia, entre otras cosas porque la construcción de la misma se produce dentro de una Sociedad, en un determinado momento y lugar, por lo que influye y es influida por muchos factores. El concepto de Ciencia se caracteriza por diferentes puntos de vista, opiniones y significados a lo largo de la historia y, por tanto, asume un concepto bastante polisémico (Acevedo, 2008). Existen autores que enfatizan la construcción del conocimiento científico - *Filosofía de la Ciencia* (Hodson, 2008; Ziman, 1984); sus episodios históricos - *Historia de la Ciencia* (Alvim, 2012; Hodson, 2008; Ziman, 1984); las características psicológicas de los científicos - *Psicología de la Ciencia* (Reis, Rodrigues y Santos, 2006; Ziman, 1984); e incluso las interacciones sociales dentro de la comunidad científica y de esta con la Sociedad - *Sociología Interna y Externa de la Ciencia* (Ziman, 1984). Por lo tanto, siendo difícil definir Ciencia y la ausencia de un consenso único en su definición, autores como Acevedo et al. (2007, 2008), Lederman (2006) y Roig et al. (2010) se refieren al concepto de la naturaleza de la Ciencia. Estos autores señalan que el término naturaleza de la Ciencia es muy complejo, además de ser evolutivo y estar en constante cambio, reúne una gran variedad de aspectos relacionados con la filosofía, la psicología, la sociología y la historia de la ciencia.

Si definir Ciencia no se presenta como una tarea fácil, lo mismo ocurre con la definición de Tecnología. Esto, se debe, por un lado, a la relación que se establece entre

la Ciencia y la Tecnología y, por otro lado, al concepto en sí de Tecnología, en particular con respecto a sus interacciones con la Sociedad y el Ambiente.

La noción de Tecnología, así como de la Ciencia, es bastante multifacética y su significado ha cambiado a través del tiempo, por lo que el sentido estricto de la Tecnología (artefactos, máquinas, instrumentos, etc.) ha dado lugar a una interpretación más integral y amplia.

Varios autores, como por ejemplo Acevedo (2006) y Moreira (2004), se han dedicado a interpretar el concepto de la Tecnología y sus relaciones con la Ciencia.

Moreira (2004) afirma que la Tecnología se puede definir a la luz de una visión próxima del concepto de la Ciencia, como una Ciencia aplicada. Es decir, como el uso de la Ciencia para fines prácticos. Pero este punto de vista se considera ingenuo y reducido, pues la Tecnología es algo más complejo que la «Ciencia con fines prácticos», implica el conocimiento tecnológico que, a pesar de su fuerte relación con la Ciencia, la relación que establece con la Sociedad parece ser, aún, más fuerte, incorporando sus preferencias y cambiándola.

Teniendo en cuenta los diferentes puntos de vista y significados de Ciencia y Tecnología, Acevedo (2006, 2008) refiere que no es fácil definir Ciencia y Tecnología, ya que pueden significar muchas cosas, por lo que se consideran términos muy polisémicos con diferentes interpretaciones, de acuerdo con varios puntos de vista.

Hoy en día, la Ciencia y la Tecnología son un conjunto de realidades de manera tan interrelacionadas que se hace difícil separarlas, y que está presente en casi todos los aspectos de nuestra vida (Ruiz et al., 2010). Por lo tanto, la realidad de la Ciencia actual es vista como la integración de la Ciencia y la Tecnología y, por ello, la educación científica debe tener en cuenta esta realidad y acercarse a una visión interactiva de ambas, entendida como la *tecnociencia*, caracterizada por el uso de elementos de la Ciencia o de la Tecnología, lo que equivale a una visión más realista de la Ciencia actual (Vázquez y Manassero, 2012a, b).

Dada la interconexión actual entre la Ciencia y la Tecnología, el concepto naturaleza de la Ciencia implica necesariamente la Tecnología y, por tanto, se extendió el concepto de la naturaleza de la Ciencia y la de Tecnología, refiriéndose a la historia, la filosofía y la sociología de la Ciencia y Tecnología, también reconocidos como las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (Acevedo, Vázquez, Manassero y

Acevedo, 2007; Vázquez y Manassero, 2012a; Manassero, Roig, Bonnin y Moralejo, 2013).

De acuerdo con lo anterior, es posible responder con más precisión a la pregunta realizada al principio: *¿Qué Ciencia enseñar?*

La enseñanza de las Ciencias, requiere la necesidad de considerar la Ciencia y la Tecnología como dos sistemas que interactúan intelectual y socialmente, así como la necesidad de seleccionar problemas y ejemplos de la vida cotidiana y no una enseñanza que enfatice la Ciencia “pura”, básica y descontextualizada (Prieto et al., 2012). Este propósito exige la contextualización simultánea de los aspectos científicos, tecnológicos, sociales y ambientales. Para mejorar la enseñanza de la Ciencia según la perspectiva CTSA se necesita: (a) dar prioridad al aprendizaje de conceptos que sean importantes y relevantes para las necesidades de los estudiantes, para el progreso social y para el bien común, centrando la enseñanza en temas científicos socio-ambientales relevantes y polémicos; (b) promover el aprendizaje de los conceptos científicos a partir de ejemplos de su vida diaria, conectando el conocimiento científico con el conocimiento cotidiano, involucrando a los estudiantes en aprendizajes significativos y contextualizados, necesarios para comprender el mundo en su globalidad y complejidad; (c) comprender los aspectos epistemológicos y sociológicos de la construcción de la Ciencia, llevando a los estudiantes a reconocer las ventajas y las limitaciones de la Ciencia y de la Tecnología; y (d) conocer, valorar y usar la Tecnología en su vida personal, así como ser capaz de contrastar las explicaciones científicas con las ideas del sentido común (Fernandes, 2011; Fernandes y Pires, 2012, 2013).

2.1.3. Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje

Otro de los aspectos que hemos tenido en cuenta es ¿Cómo enseñar Ciencia?:

En los últimos años, los aspectos relacionados con la eficacia de las diferentes estrategias didácticas en la enseñanza de las Ciencias, han sido la gran preocupación de muchas investigaciones en Didáctica de las Ciencias, principalmente con enfoque CTSA (Acevedo, 2009; Alves, 2011; Fernandes, 2011; García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2012a; Lederman, 2008; Manassero, Roig, Bonnin y Moralejo, 2013; Pujol, 2003, entre otras). Sin embargo, consideramos que no existe un modelo único de

enseñanza perfecto, capaz de solucionar todos los problemas educativos, es decir, no existe ninguna estrategia didáctica que funcione con todos los estudiantes, con todos los temas, en todos los contextos, y satisfaga todos los objetivos.

Sea cual sea la práctica didáctica que cada profesor defienda, nos parece que, en cualquier circunstancia, deberá incluir un conjunto de estrategias diversificadas todas ellas fundamentadas en una perspectiva socio-constructivista, entre las cuales deberán estar las actividades de grupo, la resolución de problemas, el debate, el dialogo, la argumentación, las discusiones y las investigaciones sobre cuestiones donde se manifieste las relaciones e interacciones CTSA (Acevedo, 2009, 2008; García-Carmona et al., 2011; Manassero, Roig, Bonnin y Moralejo, 2013; Vázquez y Cruz, 2013).

2.1.4. Obstáculos y dificultades de la implementación de la Educación CTSA

Las aulas de Ciencias siguen valorando, esencialmente, la transmisión de los conocimientos científicos. En este escenario, consideramos que la forma de implementar la enseñanza de la Ciencia en el aula, aislada del enfoque CTSA, condiciona el éxito académico de los estudiantes (Vieira et al., 2011).

Entre los investigadores, prevalece la idea de que los profesores siguen teniendo concepciones erróneas acerca de las interacciones CTSA, de la naturaleza y epistemología de la Ciencia y de la actividad científica, que afectan a sus prácticas docentes y, por ello, al aprendizaje del los alumnos (Solbes, Vilches y Gil, 2001a; Rodrigues y Vieira y 2012; Vázquez, Manassero, Bennassar y Ariza, 2012).

Así, para acercar la escuela a la realidad y a los intereses de los estudiantes, con el fin de hacerlos participantes activos en la Sociedad actual, es esencial renovar las prácticas didácticas y pedagógicas de los maestros con respecto a la Educación Científica. Es necesario aplicar metodologías apropiadas basadas en la investigación, la experimentación, la argumentación y la discusión de temas relevantes y de índole CTSA, así como también, es necesario que sean utilizados libros de texto adecuados al desarrollo de estrategias apropiadas para promover una Educación Científica CTSA (Martins, 2002b, 2000c, Vázquez et al., 2012).

Existen otras dificultades y obstáculos para la implementación de la Educación CTSA. Varios autores (Membiela, 2001; Solbes, Vilches y Gil, 2001a; Martins, 2002c; Cachapuz, Praia y Jorge, 2002; Vieira, 2003; Aikenhead, 2005, 2009; Caamaño y

Martins, 2005; Oliva y Acevedo, 2005; Solbes et al., 2007; Melo 2008; Mendes, 2008; Pereira y Martins, 2008; Rodrigues, 2011; Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins, 2011; Tenreiro-Vieira y Vieira, 2012; Torres, 2012) resumen las principales dificultades de la Educación CTSA como aspectos relacionados con: i) el currículo de Ciencia; ii) las concepciones de los profesores acerca de las interacciones CTSA; iii) las creencias de los profesores sobre la eficacia de los modelos más tradicionales de enseñanza; iv) la formación inicial, continua y permanente de los profesores y v) la falta de recursos didácticos adecuados, tales como el libro de texto.

2.2. Currículos de Ciencias de índole CTSA

En relación a las directrices curriculares, el interés por este enfoque curricular se remonta a las décadas de los ochenta y noventa cuando se llevaron a cabo varios proyectos con recomendaciones y propuestas curriculares para la enseñanza de las Ciencias con vista al fomento de la cultura científica de los alumnos. Nos referimos al Project 2061: Science for all americans (AAAS, 1990) y documentos posteriores, como el Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993) y National Science Education Standards (NRC, 1996), así como el Beyond 2000: Science Education for the future (Millar y Osborne, 1998). También varias y prestigiosas organizaciones internacionales como por ejemplo, la Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI, 2001), la National Science Education Standards (NRC, 1996) y la American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993), han propuesto recomendaciones para adaptar los currículos de Ciencias a la Sociedad actual, reforzando la necesidad de proveer a los profesores de orientaciones que les permitan implementar prácticas pedagógicas promotoras del desarrollo de la cultura científica de los alumnos.

El desinterés que los alumnos manifiestan con relación a las Ciencias y a los temas científicos ha sido motivo de debate en la comunidad científica y objeto de diversos estudios (Eurydice, 2006, 2011; Martins et al., 2011; Osborne y Dillon, 2008 y Rocard et al., 2007) que han puesto en evidencia la necesidad de revisar los currículos de Ciencias, rediseñándolos para proporcionar una educación científica contextualizada y adecuada a los intereses y necesidades de los alumnos. Con objeto de aumentar la motivación e interés de los alumnos por la Ciencia, Eurydice (2011), por ejemplo, considera esencial que el currículo enfatice las conexiones con las experiencias

personales de los estudiantes y contemple las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y cuestiones de la Sociedad contemporánea, así como que proporcione la posibilidad de discutir los aspectos filosóficos de la Ciencia y los relacionados con la sostenibilidad del planeta y la calidad de vida.

La necesidad de cambio de los currículos de Ciencias, para la cual los autores referidos anteriormente llaman la atención, se debe a los avances científico-tecnológicos que caracterizan la Sociedad actual, y para los cuales los ciudadanos deben estar preparados.

Autores como Santos (2001, 2004), Cachapuz et al. (2002), Martins (2002b), Almeida (2005) y Pereira y Martins (2008, 2009) señalan que, de acuerdo con la Educación Científica con enfoque CTSA, los currículos de Ciencias deben ser repensados y reestructurados según tres dimensiones: i) Educación en Ciencia (el aprendizaje de la Ciencia; los conceptos científicos), relacionada con el aprendizaje del conocimiento conceptual y las relaciones entre ellos; ii) Educación sobre Ciencia (aprendizaje de la Ciencia; el proceso científico), que trata de comprender la naturaleza y los métodos de la Ciencia y hacer la distinción entre el conocimiento científico y otras formas de pensar, así como desarrollar el interés por las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente (CTSA) y iii) Educación por la Ciencia (aprender a hacer Ciencia; actitudes y valores científicos) relativa al desarrollo de competencias de indagación y de resolución de problemas, que contribuyen a la formación social del alumno como ciudadano participativo, activo, responsable y consciente.

La ausencia de una dimensión CTSA en los currículos puede constituir un obstáculo para la formación de ciudadanos científicamente cultos capaces de utilizar los conocimientos y las competencias necesarias para comprender y actuar en el mundo que les rodea (Acevedo et al., 2007; García-Carmona y Criado, 2012; García-Carmona, Criado y Cañal, 2014; Pereira y Martins, 2008, 2009 y Roldão, 2000).

Debido a ello, consideramos que en una Sociedad altamente tecnológica, como la actual, donde los avances científicos son casi diarios, la Educación en Ciencias con orientación CTSA (que relaciona la Ciencia con la Tecnología y se evidencian los impactos de estas, tanto positivos como negativos, en la Sociedad y en el Ambiente) además de una exigencia, es una necesidad (Fernandes y Pires, 2013). Las potencialidades de esta perspectiva de enseñanza de la Ciencia están reconocidas en el

desarrollo de ciudadanos informados y críticos en temas de Ciencia y Tecnología (Alves, 2011; Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins, 2011), por ello, consideramos que debería ser tomada en cuenta de forma clara y explícita en los currículos de Ciencias que regulan la actuación de profesores a nivel de aula.

2.3. Libros de texto

2.3.1. Libros de texto en el proceso de enseñanza/aprendizaje y su importancia para una Educación CTSA

Según Ocelli y Valeiras (2013), los libros de texto: (i)-representan y muestran la cultura y el conocimiento necesarios para una determinada época teniendo una dimensión ideológica que refleja el diseño del mundo de hoy; (ii), son materiales que tienen que responder a los principios didáctico-pedagógicos, ya que están diseñados para ser utilizados en la escuela, y (iii) están sujetos a los mecanismos y principios comerciales. De este modo, pueden surgir varias tensiones en torno a los libros de texto que se reflejan en los textos inapropiados o puntos de vista distorsionados sobre el conocimiento científico y sobre la Ciencia debido a errores de interpretación en su producción o la falta de control en su revisión, certificación y validación. Esto significa que estos libros de texto llegan, a menudo, a las escuelas y a las aulas de los alumnos con muchos errores conceptuales, condicionando el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sobre este tema, algunos investigadores (López-Valentín y Guerra-Ramos, 2013; Martins, 2002c; Mansour, 2007; Ocelli y Valeiras, 2013; Urones, 2013) informan que el libro de texto puede condicionar el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que es el recurso más utilizado, tanto por los profesores, como por los estudiantes. Sin embargo, aunque sea el recurso didáctico más utilizado por los profesores y los estudiantes, es un objeto de consumo poco meditado por parte de quien lo usa y, por lo tanto, es necesario reflexionar un poco más sobre la importancia de estos elementos educativos considerados esenciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias.

Dada la importancia de los libros de texto como recurso didáctico (Campanario y Otero, 2000; De la Caba y López, 2005; Gámez, Ruz y López, 2013; Jiménez, 2000; López- Valentín y Guerra-Ramos, 2013; Mansour, 2007; Morris, 2014; Ocelli y Valeiras, 2013; Perales, 2006; Santos, 2001, 2004) y en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el libro de texto se ha convertido en objeto de estudio de varias

investigaciones, tanto a nivel internacional como a nivel nacional (Acebedo-Díaz et al., 2002; Alves, 2005; Bolloto et al., 2010; Caldeira, 2005; Castro y Cachapuz, 2005; Fernandes, 2011; Figueiroa, 2001; García-Carmona y Criado, 2008; Jiménez et al., 2005; Martínez Bonafé, 2007; Occeli y Valeiras, 2013; Santos, 1999, 2001a, b, 2004b; Urones et al., 2013; Vázquez y Manassero, 2012b, entre otras).

Dentro de esta línea de investigación (Santos, 2001b) está la imagen de la Ciencia. Sobre este tema, la autora señala que la dimensión CTSA en los libros de texto es poco apreciada y que contribuyen a la construcción de una imagen de la Ciencia y de los científicos al margen de los problemas del mundo real, ya que no tienen en cuenta los aspectos de las interacciones CTSA que marcan el actual desarrollo científico.

En otra investigación realizada por esta misma autora, Santos (2004) señala que son pocas las oportunidades que se ofrecen a los alumnos para que: i) se den cuenta de los problemas con interés e impacto social; ii) se desarrollen como ciudadanos activos en la solución de problemas sociales y ambientales, capaces de tomar decisiones objetivas; iii) sean ciudadanos informados en la solución de problemas; iv) identifiquen formas del impacto de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad y el Ambiente; v) reconozcan las ventajas y limitaciones de la Ciencia y la Tecnología y sus impactos en la Sociedad y el Ambiente; vi) conecten la Ciencia y la Tecnología a otros campos del conocimiento y vii) relacionen aspectos, económicos, políticos, religiosos y éticos de la Ciencia y la Tecnología con temas personales.

En un estudio realizado por Fernandes (2011), se ha puesto de manifiesto que en los libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias, la incorporación de la perspectiva CTSA aún no está completamente lograda porque no siempre se establecen las relaciones entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, y cuando lo son, estas relaciones no son siempre suficientemente evidenciadas para que queden claras, sobre todo, para los alumnos. Los libros de texto de Ciencias rara vez abordan los asuntos desde la perspectiva socio-constructivista y en el contexto de la Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente, ya que tienden a no contemplar las relaciones CTSA.

Vázquez y Manassero (2012b) consideran que la mayoría de los libros de texto no permiten la enseñanza de la Ciencia teniendo en cuenta la naturaleza de la Ciencia y de la Tecnología, ya que tienden a concentrar en el inicio de cada tema todo lo que no es Ciencia tradicional canónica (método científico, imagen de los científicos, el impacto de

la Ciencia y Tecnología, relaciones CTSA, etc), quedando olvidada, en el resto del libro, esta coherencia que debe ser necesaria y continua a lo largo de varios temas.

Respecto a las actividades propuestas en los libros de texto, Occeci y Valeiras (2013) señalan que prevalece la falta de actividades de investigación científica, de selección y organización de la información y de interpretación de resultados. Predomina la escasez de actividades experimentales, la falta de actividades de grupo y actividades adecuadas a la diversidad del aula.

De acuerdo con las mencionadas anteriormente y otras investigaciones (Membuela, 2001; Almeida, 2007; Alves, 2005; Aikenhead, 2005, 2009; Solbes, 2009, entre otras) los libros de texto de Ciencias todavía no aprecian los aspectos relacionados con la imagen de la Ciencia, su naturaleza (historia, epistemología y sociología), la discusión de temas polémicos socio-controvertidos donde se manifieste la interrelación CTSA. Por este motivo, consideramos que es necesaria la inclusión de estos aspectos en el discurso y en las actividades de los libros de texto de Ciencias porque creemos que son esenciales para promover el pensamiento crítico y la cultura científica de los alumnos.

2.3.2. Relación entre el Discurso Pedagógico Oficial utilizado en los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias:

2.3.2.1. Ideas de la teoría de Bernstein

En palabras de Neves y Morais (2006) y Calado y Neves (2012) los libros de texto tienden a ser diseñados en base a directrices curriculares específicas para cada materia. Sin embargo, sabiendo que son diseñados por diversos autores e interpretados por diferentes profesores en contexto de aula, es necesario entender cuáles son las recontextualizaciones que ocurren en el mensaje de los diversos documentos que regulan el proceso de enseñanza/aprendizaje, en particular los documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto.

En este sentido, diversos estudios (Pires, Morais y Neves, 2004; Calado, 2007, Morais y Neves, 2007; Silva, 2009; Ferreira y Morais, 2010; Mainardes y Stremel 2010; Graizer y Saurin, 2011; Calado y Neves, 2012), han explorado los conceptos de la teoría del discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000) para describir y analizar el discurso pedagógico vehiculado en contextos producidos en los varios niveles del sistema

educativo (desde el macro-nivel, campo del Estado, hasta el micro-nivel del aula), así como las relaciones que se establecen entre ellos.

Entendemos que los libros de texto escolares asumen un nivel intermedio entre el macro-nivel (campo del Estado) y el micro-nivel (campo del aula). En esta perspectiva, para entender la relación entre el discurso pedagógico transmitido en los Documentos Oficiales Curriculares y en los libros de texto, recurrimos a la teoría de Bernstein, en particular, al modelo del discurso pedagógico.

En el campo del Estado se produce el Discurso Regulador General (DRG). Este discurso incluye los principios dominantes de la Sociedad, corresponde al Discurso Oficial del Estado, que se institucionalizó a través de los textos legales del gobierno. Como resultado de la recontextualización del DRG, en el campo de recontextualización oficial, donde se incluye el Ministerio de Educación, se produce el Discurso Pedagógico Oficial (DPO) que se expresa en diversos Documentos Oficiales Curriculares. A su vez, el DPO sufre nueva recontextualización influenciada por el contexto educativo (campo de recontextualización pedagógica) y se produce el Discurso Pedagógico de Reproducción (DPR) que es vehiculado en los libros de texto y se reproduce en el aula (nivel de transmisión) y puede, por lo tanto, todavía estar sujeto a nuevas recontextualizaciones influenciadas por la práctica pedagógica.

Según este modelo, la producción y reproducción del discurso pedagógico, y por lo tanto, del mensaje transmitido, se regula a través de reglas de distribución jerárquica, recontextualización y evaluación que implica relaciones de poder y control entre varios sujetos, Ministerio de Educación, autores de libros de texto, profesores y estudiantes.

No siendo nuestra intención caracterizar las relaciones de poder y de control, nos damos cuenta que de acuerdo a las ideas y conceptos de la teoría del discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000), el Discurso Pedagógico de Reproducción, regulado y recontextualizado desde el Discurso Pedagógico Oficial y producido en el campo de la recontextualización pedagógica, se transmite a través de los libros de texto.

2.3.2.1. El libro de texto y la interpretación del mensaje de los Documentos Oficiales Curriculares

De acuerdo con las ideas antes mencionadas, de conformidad con las directrices prescritas en los Documentos Oficiales Curriculares (Discurso Pedagógico Oficial), los

autores de los libros de texto elaboran su texto (Discurso Pedagógico de Reproducción) que transmite un cierto mensaje al profesor y alumno al nivel de aula.

En este sentido, Santos (2001a) afirma, incluso, que el libro de texto prescribe y transmite el currículo escolar en forma textual.

Sobre este asunto, Gámez, Ruz y López (2013) y Ocelli y Valeiras (2013) refieren que los libros de texto tienen un papel importante en la interpretación de los currículos, ya que son herramientas mediadoras que traducen y concretizan sus significados y, por lo tanto, son herramientas pedagógicas destinadas al aprendizaje que imponen una distribución dada de ideas, a partir de una transformación y recreación del conocimiento cognitivo.

También Gámez, Ruz y López (2013) y Jiménez (2000) afirman que los libros de texto reflejan el estado actual de la enseñanza de las Ciencias y que son una referencia básica para los profesores en la preparación de sus clases. Son una fuente de conocimiento y de apoyo de los alumnos debido al gran uso que hacen de ellos y, por lo tanto, es necesario examinar el contenido del libro de texto para que se pueda entender cómo prescriben las propuestas educativas de los currículos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Naturaleza de la investigación

Para poder alcanzar los objetivos previamente delineados, hemos optado por una investigación esencialmente cualitativa de tipo descriptivo e interpretativo. A pesar de ser esencialmente de naturaleza cualitativa, esta investigación también presenta aspectos de carácter cuantitativo expresado en la enumeración de unidades de análisis identificadas en las dimensiones de análisis y su correspondiente porcentaje, pero sin pretensiones explícitas para establecer generalizaciones. Por lo tanto, en esta investigación están, al mismo tiempo, presentes aspectos relacionados con los enfoques cuantitativos y cualitativos que se completan y permiten lograr una mejor comprensión del contexto analizado.

3.2. Diseño metodológico de la investigación

El estudio desarrollado se ha dividido en tres fases de investigación (figura 3).

La primera fase corresponde al análisis de los Documentos Oficiales Curriculares de Portugal y España, según la perspectiva CTSA. Esta fase tuvo inicio con una lectura general de los Documentos Oficiales de ambos países y se establecieron secciones de análisis. Se ha construido el instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares (tabla 3, sección 3.1), en el cual se definieron dimensiones, parámetros e indicadores de análisis (las etapas de construcción del instrumento se describen en la sección 3.1). El instrumento fue presentado y debatido públicamente (Fernandes, Pires y Villamañán, 2013) comprobando su validez, consistencia y fiabilidad. A continuación, se hizo una síntesis y análisis global sobre la perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Curriculares de Portugal y de España que ha permitido comparar los resultados.

En la segunda fase de la investigación se analizaron los libros de texto de Ciencias. Se seleccionaron los libros de texto portugueses de Ciencias de 5º y 6º curso (2º Ciclo de la Educación Básica en Portugal) representantes de las mismas editoriales. Después, se seleccionaron los libros de texto españoles de Ciencias de 5º y 6º curso (3º

Ciclo de la Educación Primaria en España). Se les aplicó el instrumento de análisis de libros de texto según la perspectiva CTSA (tabla 4, sección 3.2), cuyas etapas de construcción se describen en la sección 3.2. Por fin, se hizo un análisis comparativo sobre la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses y españoles que permitió entender la forma cómo estos recursos incorporan la perspectiva CTSA.

Por último, en la tercera fase de la investigación se efectuó un análisis para relacionar los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Portugal y de España, en lo que concierne a la perspectiva CTSA. Para realizar el estudio comparativo entre los Documentos Curriculares Oficiales y los libros de texto, fue necesario establecer una correspondencia entre los dos instrumentos de análisis: Instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares e Instrumento de análisis de libros de texto (ver sección 6.1.3). Este análisis nos permitió entender cuál es la relación entre estos dos recursos pedagógicos según la perspectiva CTSA, y entender cómo los libros de texto portugueses y españoles interpretan las correspondientes directrices curriculares de Portugal y España.

La figura 3 representa el diseño metodológico de la investigación de acuerdo con las fases desarrolladas.

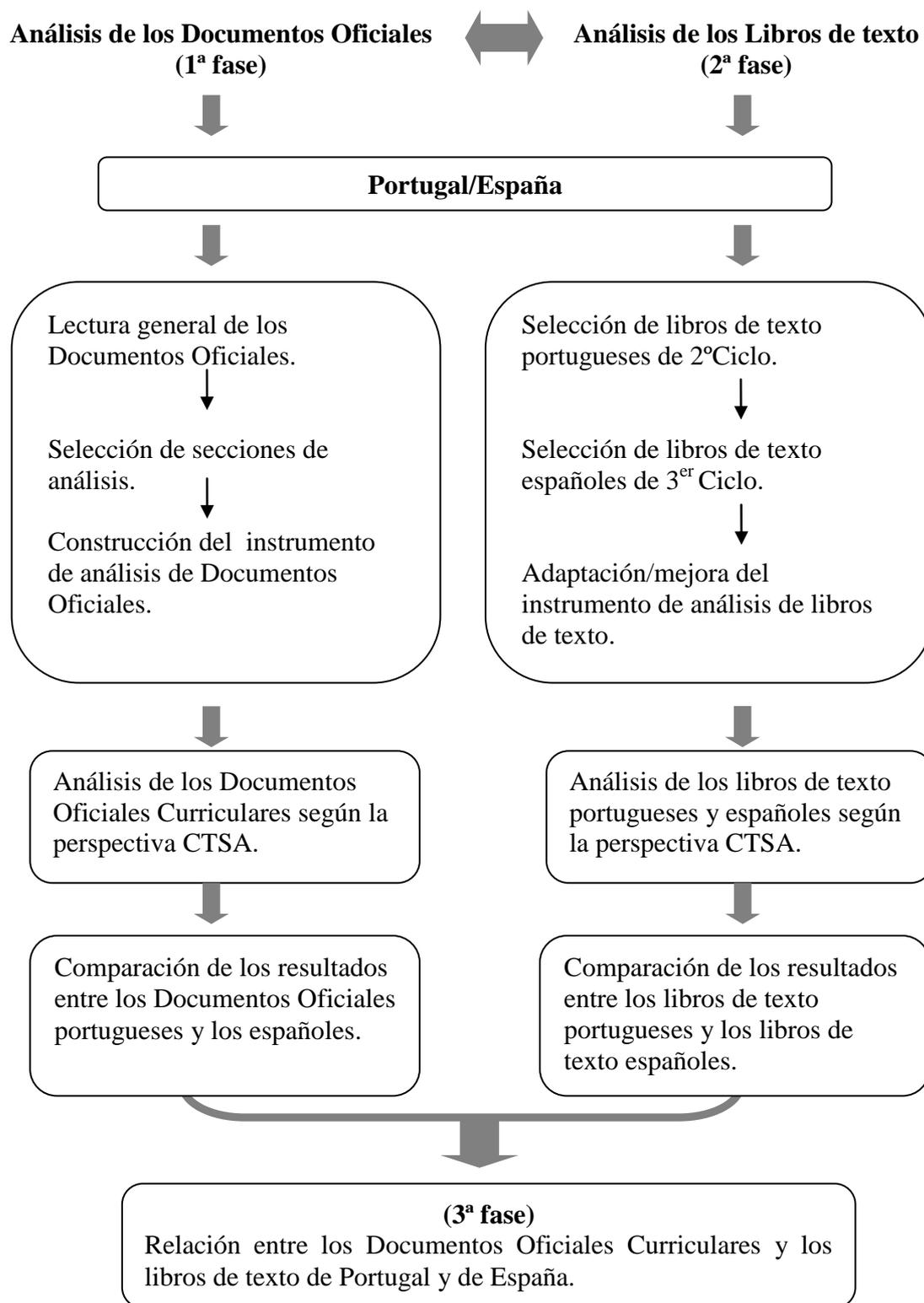


Figura 3: Diseño metodológico de la investigación.

3.3. Técnica e instrumentos utilizados

Para la recogida de datos hemos empleado la técnica de análisis de información documental, pues así como May (2004) y Peña y Morillo (2007), consideramos que el análisis documental es una técnica caracterizada por ser un proceso dinámico, que proporciona información sobre un fenómeno particular y de forma contextualizada, a través de registros que se convierten en fuentes valiosas para la comprensión de los fenómenos y realidades que se pretenden investigar.

Se han construido dos instrumentos de análisis que han sido aplicados, respetivamente, en las diferentes etapas de la investigación, como se presenta a continuación. La tabla 2 establece la relación entre las preguntas y objetivos de investigación relacionados con las tres fases del estudio, los instrumentos, etapas de recogida y tratamiento de datos y el respectivo período de la investigación.

Tabla 2: Relación entre los objetivos de investigación y los instrumentos, etapas de recogida y tratamiento de datos, aplicados en las tres fases de investigación.

Fase do estudio	Preguntas /Objetivos de investigación		Instrumento/Etapas de investigación	Momento de la investigación
1ª Fase	P1	1	Instrumento de análisis de documentos oficiales desde la perspectiva CTSA.	2012/2013
	P1.1	1.1		
2ª Fase	P2	2	Instrumento de análisis de libros de texto de Ciencias desde la perspectiva CTSA.	2013/2014
	P2.1	2.1		
	P2.2	2.2		
	P2.3	2.3		
3ª Fase	P3	3	Estudio de la relación entre los documentos oficiales y los libros de texto de Ciencias.	2014/2015

3.3.1. Instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares desde la perspectiva CTSA

La construcción del instrumento de análisis se ha efectuado en cuatro etapas distintas: (i) revisión bibliográfica sobre el paradigma didáctico actual de la enseñanza de las Ciencias con enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente); (ii) evaluación de los instrumentos de análisis de Silva (2007) y Pereira (2012) en el ámbito de la Educación en las Ciencias; (iii) estudio del cuestionario Views on Science-Technology-Society – VOSTS – (Aikenhead et al., 1989) y (iv) análisis del

Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS – (Manassero et al., 2001, 2003).

La revisión bibliográfica efectuada nos permitió tener en cuenta las diversas recomendaciones nacionales e internacionales para la Educación en Ciencias con enfoque CTSA (ej.: American Association for the Advancement of Science - AAAS, 1993; International Technology Education Association - ITEA, 2000; National Science Education Standards - NRC, 1996; Organización de los Estados Iberoamericanos - OEI, 2001).

Igualmente nos han servido de un importante punto de apoyo a la hora de elaborar nuestro instrumento de análisis los documentos elaborados por Silva (2007) y Pereira (2012), ambos validados por especialistas en Educación en Ciencias, y centrados, respectivamente, en los principios de la Educación CTSA y en la perspectiva de Educación en Ciencias promotora de cultura científica. Después de estudiados y discutidos los instrumentos de Silva (2007) y Pereira (2012), nuestro instrumento de análisis se realizó basándonos en tres dimensiones de análisis: (i) Finalidades de la Educación en Ciencias relativas a la formación personal y social de los individuos así como al desarrollo de capacidades, actitudes y educación para la ciudadanía; (ii) Conocimientos de Ciencias relativos a la pertinencia, diversidad y naturaleza de temas y contenidos científicos considerados esenciales para los estudiantes y (iii) Procedimientos Metodológicos utilizados en Ciencias para lograr los aprendizajes de los estudiantes, relacionados con las estrategias y actividades de la enseñanza.

La selección de estas tres dimensiones – *Finalidades*, *Conocimientos*, *Procedimientos Metodológicos* – pretende dar respuesta a las tres cuestiones que constituyen las preocupaciones centrales de la educación en ciencias con enfoque CTSA: ¿Por qué enseñar Ciencia? “Dimensión Finalidades”; ¿Que Ciencia enseñar? “Dimensión Conocimientos”; ¿Cómo enseñar Ciencia? “Dimensión Procedimientos Metodológicos”.

Cada una de estas tres dimensiones se compone de diferentes parámetros que a su vez, integran un número variable de indicadores. Los parámetros representan las ideas-clave de cada dimensión a la que pertenecen los indicadores, expresando éstos la concretización de las interrelaciones CTSA.

La figura 4 representa la estructura que ha permitido construir el instrumento de análisis de Documentos Oficiales, así como las relaciones que se establecen entre las dimensiones, parámetros e indicadores y el significado de cada una de estas categorías.

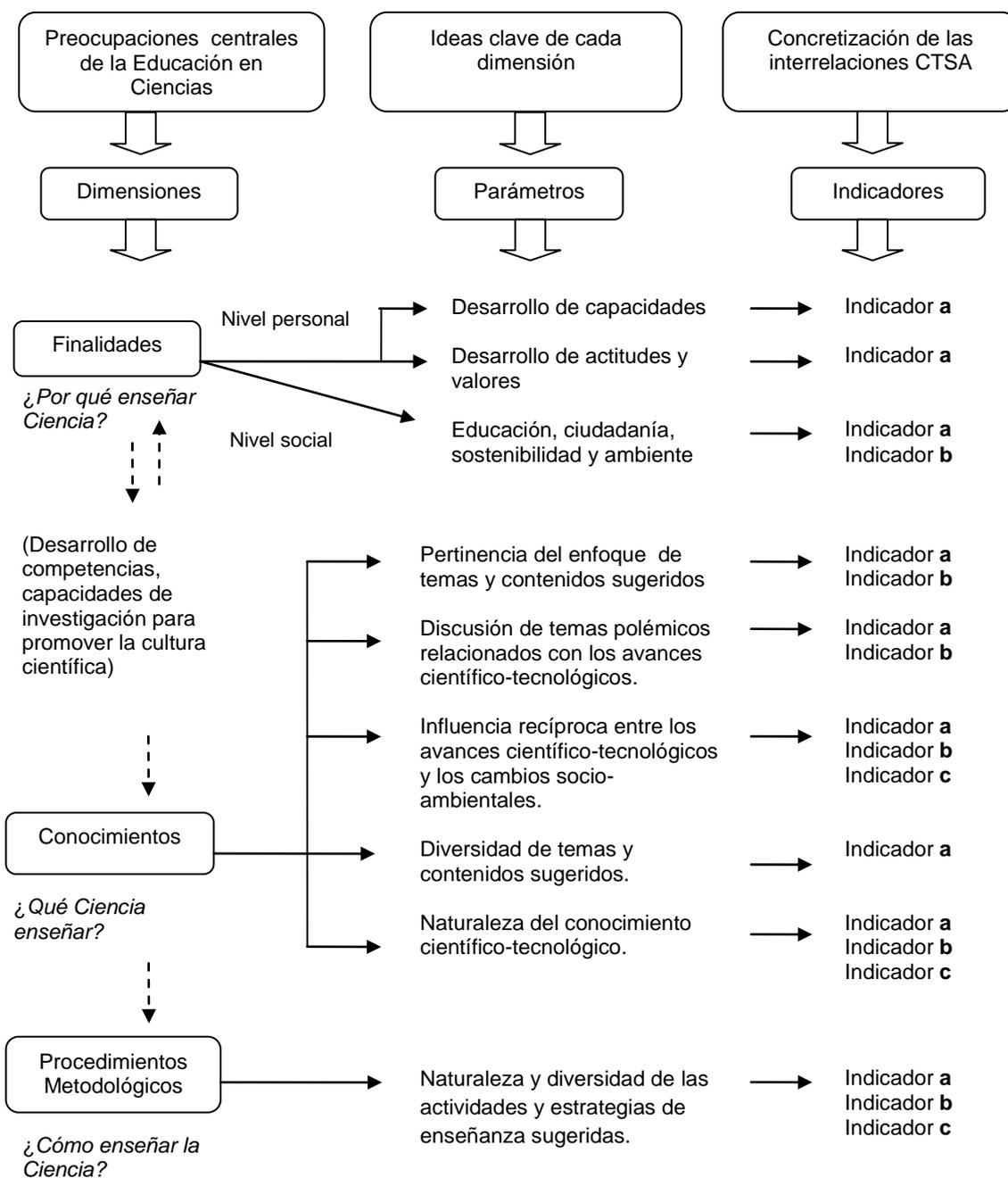


Figura 4: Relaciones que se establecen entre las dimensiones, parámetros e indicadores del instrumento de análisis de Documentos Oficiales.

En las últimas fases de la construcción del instrumento se han consultado los cuestionarios VOSTS y COCTS que han constituido los principios orientadores. El

cuestionario de respuesta múltiple VOSTS es un instrumento desarrollado empíricamente, a partir de entrevistas y cuestionarios realizados a estudiantes y profesores. Sus respuestas han sido sintetizadas en frases que constituyen las diferentes opciones y, por ello, posiblemente, este instrumento es el que mejor caracteriza las concepciones sobre Ciencia, Tecnología, Sociedad y sus interrelaciones. Las cuestiones que integran este cuestionario incluyen diferentes dimensiones conceptuales, tales como, definiciones de Ciencia y Tecnología; interacciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad; sociología externa de la Ciencia (relaciones CTSA), sociología interna de la Ciencia y naturaleza del conocimiento científico. Por todo ello, es considerado por Vázquez et al., 2010 muy útil en la identificación de las concepciones de los profesores y estudiantes sobre la Ciencia, su naturaleza y sus relaciones con otras áreas del saber. El cuestionario COCTS es considerado por Acevedo et al. (2007) y Filho et al. (2013) como una adaptación al contexto español del VOSTS y del Teacher's Belief about Science-Technology-Society [TBA-STTS] (Rubba y Harkness, 1993; Rubba, Schoneweg-Bradford y Harkness, 1996). Es un cuestionario de respuesta múltiple diseñado para investigar las ideas de los profesores sobre los temas CTS, incluyendo también dimensiones relativas a definiciones de Ciencia, Tecnología, sociología interna de la Ciencia, sociología externa de la Ciencia y epistemología de la Ciencia. Dado el enorme potencial de los cuestionarios VOSTS y COCTS, ambos fueron consultados con detalle. Este examen minucioso ha guiado la construcción de nuestro instrumento de análisis en el que los indicadores que lo constituyen reúnen todos los ítems sugeridos por ellos, incluyendo aspectos relacionados con la problemática ambiental y con la calidad de vida, etc.

Para asegurar la coherencia entre el instrumento y el fin establecido (análisis de documentos curriculares en el ámbito de la perspectiva CTSA), así como para garantizar su validez y fiabilidad, hemos recurrido a un grupo de 3 jueces expertos en el área de la Didáctica de las Ciencias. También se ha llevado a cabo un estudio piloto de una sección de las directrices curriculares de la Educación Primaria (10 - 12 años) de Portugal y de España. Además, el instrumento fue presentado y debatido públicamente (Fernandes, Pires y Villamañán 2013) con objeto de obtener contribuciones y sugerencias de mejora, sometiéndolo a las recomendaciones y reformulaciones de otros investigadores en el campo de la Didáctica de las Ciencias.

Los indicadores de cada dimensión/parámetro se encuentran descritos en la versión final del instrumento de análisis (tabla 3).

Tabla 3: Instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares desde la perspectiva CTSA.

Dimensión	Parámetros	Indicadores
Finalidades (F)	F.P1 – Desarrollo de capacidades	a. Propone el desarrollo de procedimientos científicos (observar, inferir, clasificar, explicar, relacionar, argumentar...), la resolución de problemas y la mejora del pensamiento crítico
	F.P2 – Desarrollo de actitudes y valores	a. Fomenta el desarrollo de principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivas.
	F.P3 – Educación para la ciudadanía, sostenibilidad, y medio ambiente	a. Promueve el desarrollo de decisiones conscientes, informadas y argumentadas frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente. b. Fomenta el compromiso del alumno en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente.
Conocimientos (C)	C.P1 – Relacionados con el enfoque de temas/contenidos	a. Sugiere el enfoque contextualizado de temas actuales, relacionados con los conocimientos previos de los alumnos y con su vida cotidiana. b. Propone la discusión de temas científicos en función de su utilidad social.
	C.P2 - Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos	a. Analiza situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas (cuestiones éticas, desigualdades socioculturales...) b. Trata las ventajas y los límites del conocimiento científico-tecnológico, así como sus impactos en la sociedad y en el ambiente.
	C.P3 – Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales	a. Pone de manifiesto las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología. b. Destaca los cambios en las condiciones de vida de las personas (hábitos, estilo de vida, creación de nuevos recursos, etc.) relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos. c. Enfatiza los impactos de la sociedad y del ambiente en los avances científico-tecnológicos.
	C.P4 - Diversidad de temas y contenidos sugeridos	a. Da prioridad al estudio de contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las interrelaciones CTSA.
	C.P5 – Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico	a. Presenta datos relacionados con la naturaleza y la historia de la Ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo de los tiempos; b. Propone el conocimiento de una forma no dogmática; c. Informa sobre el trabajo y función del científico, así como de posibles presiones sociales, políticas, religiosas o económicas que puede sufrir.
Procedimientos Metodológicos (PM)	PM.P1 – Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de la enseñanza	a. Propone el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula. b. Propone la realización de actividades prácticas, experimentales, de laboratorio, salidas de campo...para explorar las relaciones CTSA c. Promueve la participación activa del alumno en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA.

Para facilitar la recogida y tratamiento de datos se han definido códigos de carácter acumulativo y secuencial, que permiten una identificación inmediata de cada evento que se pretende analizar. De esta manera, el primer código se refiere a la *Dimensión*, siendo cada una representada con la primera letra (ej.: F corresponde a la Dimensión *Finalidades*). El segundo código representa el *Parámetro* dentro de cada Dimensión (ej.: F.P1 corresponde al primer parámetro - *Desarrollo de Capacidades*, integrado en la dimensión *Finalidades*). Por último, el tercer código se refiere al *Indicador* perteneciente a cada parámetro (ej.: F.P1.a. corresponde al indicador **a** - *Propone el desarrollo de procesos científicos, observar, inferir, clasificar, explicar, relacionar, argumentar..., la resolución de problemas y la mejora del pensamiento crítico*, integrado en el Parámetro *Desarrollo de Capacidades*, de la Dimensión *Finalidades*).

Es necesario resaltar el hecho de que el indicador **a** del primer Parámetro de cada Dimensión, aunque no se relaciona directamente con la perspectiva CTSA, se refiere a los aspectos que consideramos necesarios tener en cuenta de las relaciones e interacciones CTSA, de ahí su inclusión en el instrumento de análisis. Es decir, aunque el indicador muestre un carácter genérico, el objetivo es poner de manifiesto que el documento analizado pretende desarrollar las competencias que son necesarias que son la base para la comprensión de las interrelaciones CTSA. Subrayamos nuestro razonamiento refiriéndose, por ejemplo, al desarrollo de los procesos científicos, entendidos como formas de pensamiento y procedimientos prácticos que los alumnos ponen en práctica la hora de interpretar y dar sentido al mundo que les rodea y comprenderlo (como por ejemplo, formular hipótesis, observar, hacer inferencias, hacer predicciones, clasificar, relacionar, explicar, argumentar, etc.). Son la base de la capacidad de establecer relaciones de causa/efecto y de resolver problemas que, a su vez, mejoran el pensamiento crítico los estudiantes para la comprensión de la utilidad de la Ciencia y de la Tecnología y de las relaciones entre ellas y la Sociedad y el Ambiente.

3.3.2. Instrumento de análisis de libros de texto de Ciencias desde la perspectiva CTSA

El instrumento de análisis de libros de texto (tabla 4) se construyó en el contexto de una investigación anterior (Fernandes, 2011). De manera similar a lo que se hizo para

el instrumento de análisis de Documentos Oficiales, la construcción del instrumento de análisis de los libros de texto se ha llevado a cabo en cuatro etapas distintas: i) revisión bibliográfica sobre la enseñanza de las Ciencias con enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente); ii) evaluación del instrumento de análisis de Alves (2005); iii) estudio del cuestionario Views on Science-Technology-Society – VOSTS – (Aikenhead et al., 1989) y iv) análisis del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS – (Manassero et al., 2001, 2003).

Después de revisar las investigaciones efectuadas sobre el potencial de la educación CTSA se procedió al análisis del documento desarrollado por Alves (2005), que ha sido la base para la construcción de nuestro instrumento de análisis, adaptado a los objetivos de nuestra investigación. También hemos consultado el cuestionario VOSTS para reformular nuestro instrumento de análisis.

Una vez adaptado a las características del estudio, se ha llevado a cabo un estudio piloto de dos libros de texto de Ciencias del 5º curso. Los resultados mostraron que el instrumento aún no permitía obtener los datos deseados y fue necesario reformularlo una vez más.

Finalmente, el instrumento ha sido revisado a través del análisis del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS y, para garantizar su validez y fiabilidad, también hemos recurrido a un grupo de 3 jueces expertos en el área de la Didáctica de las Ciencias. Por ello, consideramos que este instrumento es una herramienta eficaz para evaluar los libros de texto desde un enfoque CTSA.

El instrumento final (tabla 4) se realizó considerando dos *Dimensiones* que representan los elementos de concretización del proceso de enseñanza-aprendizaje, y trece *Indicadores*, que tienen en cuenta de forma concreta las interrelaciones CTSA. La dimensión A – *Discurso e información proporcionada*, se refiere al texto incluido en los manuales, al discurso utilizado y a la información que transmiten. La dimensión B – *Actividades de Enseñanza/Aprendizaje propuestas*, se refiere a las actividades que el libro de texto plantea. Cada una de estas dos dimensiones se compone de diferentes indicadores, donde la dimensión A consta de nueve indicadores y la dimensión B de cuatro indicadores.

Tabla 4: Instrumento de análisis de libros de texto de Ciencias desde la perspectiva CTSA.

Dimensión	Indicadores
A - Discurso e información proporcionada	<p>A1- Explora los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social (Ej.: el uso del agua en la higiene; la producción de agua carbonatada; las presas hidroeléctricas para producir energía...).</p> <p>A2- Muestra que el trabajo de los científicos está, a menudo, influido por presiones sociales, políticas, religiosas y económicas. (Ej.: nuevos medicamentos, nuevos alimentos, nuevas formas de comunicación, nuevos ordenadores...).</p> <p>A3- En cuanto a la Ciencia y la Tecnología anima a los estudiantes a: (i) exponer ideas de forma independiente y voluntaria, (ii) cambiar de opinión, (iii) hacer analogías y (iv) dar explicaciones.</p> <p>A4- Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales (Ej.: La excesiva dependencia del petróleo lleva al hombre a recurrir al uso de energías alternativas).</p> <p>A5- Da ejemplos de tecnologías recientes aplicadas a la vida cotidiana (Ej.: nuevas técnicas agrícolas que permiten la producción de productos orgánicos y altos rendimientos).</p> <p>A6 -Informa al alumno acerca de las ventajas y los límites de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología y sus impactos en la Sociedad y el Ambiente (Ej.: la manipulación genética que permite descubrir la cura para algunas enfermedades; la agricultura ecológica que permite la producción de alimentos más saludables).</p> <p>A7 - Identifica diferentes realidades tecnológicas, poniendo en evidencia cómo influyen en la vida de las personas y cómo estos cambios son el origen de otras realidades sociales. (Ej.: el descubrimiento y perfeccionamiento del microscopio; generadores eléctricos que permiten el funcionamiento de máquinas).</p> <p>A8 – Propone prácticas experimentales explicando los métodos utilizados, aclarando los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, confrontando los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad. (Ej.: el almacenamiento de las células madre para el tratamiento de enfermedades; fertilización <i>in vitro</i> para los casos de infertilidad...).</p> <p>A9 – Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA, así como el pensamiento crítico. (Ej.: Relación entre las nuevas técnicas de impermeabilización y la biodegradación de los residuos que no representa ningún riesgo para la salud pública).</p>
B – Actividades de Enseñanza/Aprendizaje	<p>B1- Presenta propuestas que involucran a los alumnos en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico acerca de cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA. (Ej.: la ubicación de un vertedero cerca de curso de agua).</p> <p>B2- Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, indagaciones sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan la capacidad de pensamiento crítico. (Ej.: la escasez de agua; la disminución de la capa de ozono...).</p> <p>B3- Propone actividades (trabajos de laboratorio, salidas al campo,...), para explorar, comprender y evaluar las interrelaciones CTSA, principalmente las que puedan interferir en la vida personal de los alumnos y su futuro. (Ej.: la contaminación del aire y de los ríos).</p> <p>B4- Presentan, al final del las actividades propuestas, situaciones de aplicación al día a día de nuevos conocimientos donde se manifieste las interacciones CTSA. (Ej.: uso de la sal en las carreteras en días fríos de invierno).</p>

3.3.3. Validez y fiabilidad de los instrumentos de análisis

Dado que nuestra investigación está dentro del paradigma de la investigación cualitativa es necesario tener en cuenta la validez y fiabilidad del estudio.

Como refiere Coutinho (2011), la calidad de una investigación científica se relaciona con su validez interna y externa, y con su fiabilidad. Según este autor, la validez interna, en la investigación cualitativa, se relaciona con la credibilidad de las inferencias y conclusiones del estudio desarrollado. Depende de la capacidad de responder a las preguntas planteadas inicialmente, con resultados obtenidos exactos y claros.

A su vez, para Pardal y López (2011), la validez externa está directamente relacionada con la transferibilidad de los resultados, o sea, si los resultados obtenidos en un contexto dado son válidos en otro similar. Sin embargo, en la investigación cualitativa, con la validez externa no se pretende una generalización de los resultados, sino que puedan contribuir a la comprensión e interpretación de los contextos estudiados.

En lo que concierne a la fiabilidad, como señala Coutinho (2011), ésta se relaciona con la consistencia y exactitud de los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos, es decir, es la capacidad de ciertas técnicas e instrumentos de medición de proporcionar resultados similares, cuando se utilizan por diferentes investigadores.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la calidad de la investigación científica se relaciona con su validez y fiabilidad. Pero, también se relaciona con los instrumentos de análisis utilizados en la recogida de datos. De este modo, la validez y la fiabilidad son dos características que los instrumentos de análisis utilizados en una investigación científica deben tener, para garantizar la calidad de los datos recogidos. Así, para garantizar la coherencia entre los instrumentos construidos y el uso al que están destinados (análisis de los Documentos Oficiales Curriculares y libros de texto) y asegurar su validez y fiabilidad, se ha recurrido de jueces expertos en el área de la Didáctica de las Ciencias. Se les pidió que expresaran sus opiniones sobre: (i) la coherencia entre los instrumentos y el marco teórico que guió la investigación; ii) la adecuación de los instrumentos de análisis a los objetivos definidos en el estudio; (iii) la relación y correspondencia entre las distintas dimensiones, parámetros e indicadores de

análisis; y (iv) la claridad de la formulación de las dimensiones, parámetros e indicadores.

En respuesta a la solicitud de validación de los instrumentos, cada experto presentó sus observaciones y comentarios. Las propuestas y sugerencias de los cambios se discutieron. Respecto a la coherencia entre el marco teórico y los instrumentos, a la adecuación de los objetivos del estudio y a la coordinación y correspondencia entre las dimensiones, parámetros e indicadores de análisis, no ha sido propuesto ningún cambio. En relación a la claridad de la formulación de las dimensiones, parámetros e indicadores definidos en los instrumentos de análisis, se señalaron por los expertos algunas reformulaciones de algunos indicadores.

Después de esta evaluación, se consideraron las sugerencias y propuestas de mejora de los expertos y se procedió a los cambios sugeridos para garantizar la validez del instrumento. Además, para asegurar también su fiabilidad, se aplicaron los instrumentos en un estudio piloto (Fernandes y Pires, 2013) y los resultados se comparan con el marco teórico.

3.4. Documentos Oficiales Curriculares (1ª fase del estudio)

Para el análisis se consideraron Documentos Oficiales Curriculares vigentes en Portugal y España, incluso el relativo a la Comunidad Autónoma de Castilla y León¹.

¹La última reforma curricular en España se produjo en 2013 y corresponde a la *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)*, BOE nº 295, 10 de diciembre de 2013) y respetivo *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero* (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2014), por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (En la Comunidad de Castilla y León se publicó la ORDEN EDU/519/2014, de 17 de junio de 2014, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria - BOCYL nº 117, de 20 de junio de 2014). La LOMCE ha modificado la *Ley Orgánica 2/2006 (LOE)*, BOE nº 106, de 4 de mayo de 2006) y el Real Decreto 126/2014 ha reemplazado el *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre* (BOE nº 293, de 8 de diciembre de 2006), introduciendo algunas modificaciones en el currículo de Educación Primaria en España. Sin embargo, esta primera fase de análisis de documentos oficiales tuvo lugar en el período 2012/2013 y, por lo tanto, se seleccionaron los documentos oficiales que estaban en vigor en el momento del análisis que son: El *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria* (MEC, R.D. 1513/2006); La *Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria* (MEC O. ECI/2211/2007); y el *Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León*. Se destaca el hecho de que los principales cambios introducidos por la nueva reforma curricular se refieren a: i) la designación de la disciplina de Ciencia, antes conocida como “Conocimiento del Medio natural, social y cultural”, que se dividió en dos disciplinas “Ciencias de la Naturaleza” y “Ciencias sociales”; y ii) la descripción de las competencias básicas de la Educación Primaria, que siguen siendo prácticamente las mismas. Por esta razón, creemos que esta nueva reforma curricular no interfiere con los resultados obtenidos con los documentos seleccionados para el análisis.

Después de la lectura de los documentos se han seleccionado secciones de análisis, como se describe a continuación.

Documentos Oficiales Portugueses (DOP)

- Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico – 2º Ciclo, Vol. I y Vol. II (*Organização Curricular e Programas, Volume I - ME – DGEBS, 1991; Programa de Ciências da Natureza - Plano de organização do Ensino-Aprendizagem, Volume II - ME – DGEBS, 1991*).
- *Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico* (Bonito et al, 2013 - ME – DGIDC).

El *Volumen I* del *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico* está estructurado en las siguientes secciones: Introducción; Finalidades; Objetivos Generales; Contenidos; Orientación Metodológica y Evaluación. El *Volumen II* contiene el plan de estudios y completa el *Volumen I* con sugerencias para los profesores de procedimientos metodológicos.

El documento *Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico*, considera los temas y los contenidos esenciales que figuran en el Programa de la disciplina de Ciencias. Este documento está organizado por curso y *Dominios* (que son los contenidos). Cada Dominio se desdobra en *Subdominios* y estos en *Objetivos Generales*. A su vez, los Objetivos Generales se dividen en *Descriptoros* (objetivos específicos).

Se consideró importante seleccionar, en los tres documentos, las secciones de análisis más relevantes para el estudio, evitando así el riesgo de repetición y de secciones innecesarias.

Por lo tanto, en el *Volumen I*, fueron seleccionadas para análisis las siguientes secciones: i) Introducción; ii) Objetivos generales y iii) Orientación Metodológica. En el *Volumen II* se seleccionaron las Sugerencias Metodológicas para el profesor. En el documento *Metas Curriculares* fueron seleccionados para análisis las secciones: i) Dominios y subdominios (contenidos); ii) los Objetivos Generales y iii) los respectivos descriptoros. En el *Volumen I*, simplemente no fueron considerados para el análisis de los criterios de evaluación pues no se relacionan con el estudio.

Documentos Oficiales Españoles (DOE)

- *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria* (MEC, R.D. 1513/2006 - BOE núm. 293, de 8 de diciembre).
- *Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Primaria* (MEC O. ECI/2211/2007 - BOE núm. 173, de 20 de julio).
- *Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León* (BOCYL, Núm. 89, de 9 de mayo).

Los dos primeros documentos españoles constituyen el *Currículo Estatal Español de Ciencias de Primaria* (MEC, RD 1513/2006 y el MEC O. ECI/2211/2007). Según el *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre* (MEC, R.D. 1513/2006, BOE núm. 293, de 8 de diciembre) se entiende por currículo de la Educación Primaria el conjunto de objetivos, competencias básicas, contenidos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación de esta etapa educativa (artículo 5 de las disposiciones generales). Ambos documentos se estructuran en las mismas secciones y como el documento ECI/2211/2007 (Orden de 12 de julio) tiene por objeto establecer el currículo de la Educación Primaria, de acuerdo con el artículo 6.4 de la Ley Orgánica 2/2006, 3 de mayo, de Educación, y con el artículo 5.3 del Real Decreto 1513/2006 de 7 de diciembre, se consideró apropiado analizar sólo el segundo documento ya que complementa el primero.

De acuerdo con el carácter transversal del estudio, que se caracteriza por la relación que se establece entre la Ciencia y las otras áreas, se hizo una lectura general de todas las secciones del documento *Orden ECI/2211/2007*. Después de leer el documento *Orden ECI/2211/2007*, y de acuerdo con artículo 5 de las disposiciones generales del *Real Decreto 1513/2006*, se consideraron para el análisis las siguientes secciones: i) Fines y objetivos de la Educación Primaria; ii) Competencias Básicas; iii) Objetivos, contenidos y criterios de evaluación; iv) Principios metodológicos y v) Áreas de conocimiento.

Sin embargo, fue necesaria una lectura más detallada del documento ya que las secciones de «Competencias Básicas» y «Áreas de Conocimiento» todavía se dividen en

otras secciones. Por lo tanto, hemos seleccionado sólo el área del *Conocimiento del medio natural, social y cultural*, que corresponde al área de Ciencias, considerando importante tener en cuenta todas las competencias para análisis, ya que la información proporcionada en el texto, directa o indirectamente, está relacionada con la educación en Ciencias.

Esta lectura más detallada del documento Orden ECI/2211/2007 nos permitió seleccionar y concretar para análisis las siguientes secciones: i) Fines y Objetivos de la Educación Primaria; ii) Competencias Básicas; iii) Área de Conocimiento del medio natural, social y cultural; iv) Objetivos, contenidos, criterios de evaluación e orientaciones metodológicas del área de Conocimiento del medio natural, social y cultural.

En cuanto al documento - *Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en La Comunidad de Castilla y León* – las secciones que lo componen son las mismas a las que hace referencia el documento anterior, aunque de forma ampliada, pues se incluyen aspectos relacionados con la Comunidad de Castilla y León, lo que permite a los alumnos conocer las características propias del patrimonio natural, histórico, artístico y cultural de su región. Por lo tanto, el Decreto establece, en la Comunidad de Castilla y León, los objetivos, contenidos y criterios de evaluación correspondientes a cada una de las áreas que componen la Educación Primaria y, en particular, al Área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. De este modo, se consideró apropiado analizar todas estas secciones, así como la Introducción del propio Decreto.

3.5. Libros de texto de Ciencias (2ª fase del estudio)

La investigación fue diseñada para cubrir sólo los libros de texto de Ciencias portugueses y españoles, respectivamente, del 5º curso del 3º Ciclo de la Educación Primaria en España y del 2º Ciclo de Educación Básica en Portugal, cuyos resultados serían comparados.

Sin embargo, en España no existe un conjunto de contenidos definido por curso, pero sí definido por Ciclo. El Real Decreto 1513/2006 propone un conjunto de contenidos científicos por Ciclo, sin distinción entre niveles/cursos. Así, una vez que se

desea un estudio comparativo entre Portugal y España, fue necesario analizar también los libros de texto portugueses de Ciencias de 6º curso.

La población de los libros de texto portugueses se compone de todos los libros de texto de Ciencias de 2º Ciclo de la Educación Básica presentes en el actual mercado portugués. Para determinar la muestra se aplicó un criterio de selección que fue considerar para el análisis los libros de texto más recientes y que representan las editoriales más conocidas y con más venta en el mercado actual portugués.

De este modo, se tuvieron en cuenta los siguientes procedimientos para la selección de los libros de texto:

Libros de texto portugueses Ciencias, 5º y 6º curso:

Han sido analizados siete libros de texto portugueses de 5º curso y siete de 6º curso, representantes de diferentes editoriales portuguesas con más venta en el mercado portugués (tablas 5 y 6).

Tabla 5: Libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias seleccionados para el estudio.

Editorial	Año de publicación	Curso	Identificación del libro
SANTILLANA	2010	5º	M1
PORTO EDITORA	2010	5º	M2
AREAL EDITORES	2010	5º	M3
TEXTOS EDITORES	2010	5º	M4
EDIÇÕES ASA	2010	5º	M5
LISBOA EDITORA	2010	5º	M6
SEBENTA	2010	5º	M7

Tabla 6: Libros de texto portugueses de 6º curso de Ciencias seleccionados para el estudio.

Editorial	Año de publicación	Curso	Identificación del libro
SANTILLANA	2010	6º	M1
PORTO EDITORA	2010	6º	M2
AREAL EDITORES	2010	6º	M3
TEXTOS EDITORES	2010	6º	M4
EDIÇÕES ASA	2010	6º	M5
LISBOA EDITORA	2010	6º	M6
SEBENTA	2010	6º	M7

Tratándose de un estudio comparativo, para distinguir los libros de texto portugueses y españoles, los libros portugueses de 5º curso fueron identificados como 5ºMP1, 5ºMP2...5ºMP7, y los libros de 6º curso 6ºMP1, 6ºMP2...6ºMP7 (tabla 7).

Tabla 7: Libros de texto portugueses de 5º y 6º curso de Ciencias (2º Ciclo) seleccionados para el estudio y su identificación.

Editorial	Año de publicación	Curso	Identificación del libro	Curso	Identificación del libro
SANTILLANA	2010	5º	5º MP1	6º	6º MP1
PORTO EDITORA	2010	5º	5º MP2	6º	6º MP2
AREAL EDITORES	2010	5º	5º MP3	6º	6º MP3
TEXTOS EDITORES	2010	5º	5º MP4	6º	6º MP4
EDIÇÕES ASA	2010	5º	5º MP5	6º	6º MP5
LISBOA EDITORA	2010	5º	5º MP6	6º	6º MP6
SEBENTA	2010	5º	5º MP7	6º	6º MP7

Más tarde, como la muestra de libros de texto españoles eran seis libros por curso, aplicado el criterio de selección, se decidió reducir también el número de libros portugueses a seis por curso, para tener igual número. El libro eliminado fue el M2 de la Editorial *Porto Editora*, pues, en un análisis anterior (Fernandes, 2011) había sido el libro en el cual la perspectiva CTSA estaba menos contemplada, ya que presentaba menor número de episodios y una menor diversidad de indicadores incluidos en el instrumento de análisis. La muestra de libros de texto portugueses de Ciencias cuyos resultados han sido agrupados y comparados con los libros de texto españoles quedó constituida por doce libros portugueses, seis de 5º curso (analizados previamente) y seis de 6º curso, pertenecientes a las mismas editoriales con una nueva numeración (tabla 8).

Tabla 8: Libros de texto portugueses de 5º y 6º curso (2ºCiclo) de Ciencias seleccionados para el estudio.

Editorial	Año de publicación	Curso	Identificación del libro	Curso	Identificación del libro
SANTILLANA	2010	5º	5º MP1	6º	6º MP1
AREAL EDITORES	2010	5º	5º MP2	6º	6º MP2
TEXTOS EDITORES	2010	5º	5º MP3	6º	6º MP3
EDIÇÕES ASA	2010	5º	5º MP4	6º	6º MP4
LISBOA EDITORA	2010	5º	5º MP5	6º	6º MP5
SEBENTA	2010	5º	5º MP6	6º	6º MP6

Libros de texto españoles de 5º y 6º curso de Ciencias:

En el caso de los libros de texto españoles, según el *Real Decreto 1513/2006*, los contenidos científicos del 3º Ciclo de la Educación Primaria están agrupados en 7 bloques: «**Bloque 1** – Geografía: El entorno y su conservación; **Bloque 2** – Ciencias: La diversidad de los seres vivos; **Bloque 3** – Ciencias: La salud y el desarrollo personal; **Bloque 4** - Personas, culturas y organización social; **Bloque 5** – Historia: El cambio en el tiempo; **Bloque 6** - Materia y energía; e **Bloque 7** - Objetos, máquinas y nuevas tecnologías».

Como los bloques 4 y 5 se refieren a contenidos de Ciencias Sociales, que no están presentes en el programa de Ciencias de 2º Ciclo de la Educación Básica en Portugal, no han sido considerados para el análisis. Los contenidos de los diferentes bloques se encuentran distribuidos en los libros de texto, a lo largo del 3º Ciclo (5º/6º curso), optamos por hacer un estudio en simultáneo con los libros del 5º y del 6º curso de la misma editorial.

La población de los libros de texto españoles se compone de todos los libros de texto de Ciencias de 3º Ciclo de la Educación Primaria presentes en el actual mercado español de la Comunidad de Castilla y León. Para determinar la muestra se aplicó el mismo criterio de selección usado con los libros de texto portugueses, que fue considerar para el análisis los libros de texto más recientes y que representan las editoriales más conocidas y con más venta en el mercado actual español de la Comunidad de Castilla y León.

Han sido analizados seis libros de texto de 5º curso y seis libros de 6º curso (tabla 9). Los libros españoles de 5º curso fueron identificados como 5ºME1, 5ºME2, 5ºME3, 5ºME4, 5ºME5 y 5ºMP6, y los libros de 6º curso como 6ºME1, 6ºME2, 6ºME3, 6ºME4, 6ºME5 y 6ºME6.

Tabla 9: Libros de texto españoles de 5º y 6º curso (3er Ciclo) de Ciencias, seleccionados para el estudio.

Editorial	Año de publicación	Curso	Identificación del libro	Curso	Identificación do manual
SANTILLANA	2010	5º	5º ME1	6º	6º ME1
SM	2010	5º	5º ME2	6º	6º ME2
VICENS VIVES	2010	5º	5º ME3	6º	6º ME3
TEIDE	2010	5º	5º ME4	6º	6º ME4
ANAYA	2010	5º	5º ME5	6º	6º ME5
EDELVIVES	2010	5º	5º ME6	6º	6º ME6

3.6. Tratamiento de los datos

3.6.1. Análisis de contenido

En cuanto a las técnicas de análisis de los datos, hemos optado por el análisis de contenido, pues permite organizar la información en base a categorías emergentes de la interpretación de los datos.

Bardin (2009) y Coutinho (2011) consideran que el análisis de contenido permite hacer inferencias mediante la identificación sistemática y objetiva de las características específicas del mensaje con el fin de caracterizar la frecuencia de las palabras o frases (episodios o unidades de análisis) que permita una posterior comparación. El investigador busca regularidades y hace inferencias a partir de estas regularidades. Durante este proceso se identifican las características específicas de los mensajes y discursos analizados, se realizan deducciones lógicas (inferencias) acerca de estos mensajes y se hace su interpretación.

3.6.2. Procedimientos adoptados en el tratamiento de datos

Se empezó con una lectura general de los documentos que se pretendían analizar (Documentos Oficiales Curriculares y libros de texto), para tratar de establecer una visión general de los datos disponibles.

Como señalan Vieira (2003) y Bardin (2009), se intentó recoger y organizar los datos/información, con el objeto de evidenciar relaciones y tendencias importantes que dieron lugar a interpretaciones. Los datos fueron analizados y organizados a fondo y cuidadosamente con el fin de obtener interpretaciones sobre la perspectiva CTSA, tanto en los Documentos Oficiales Curriculares, como en los libros de texto, así como interpretaciones sobre la naturaleza de las interrelaciones establecidas entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente en los documentos mencionados.

Se han identificado y definido unidades de análisis o episodios que, como defienden Bogdan y Biklen (1994) y Bardin (2009) pueden corresponder a segmentos de contenido, transcripciones de evidencias de un indicador dado, que pueden ser frases, párrafo o una secuencia de párrafos. Las unidades de análisis o episodios identificados fueron interpretadas con la ayuda de los indicadores incluidos en los instrumentos de análisis. Se hicieron transcripciones de los Documentos Oficiales y de los libros de

texto, que corresponden a las unidades de análisis o episodios identificados e interpretados que traducen las evidencias de los indicadores contenidos en los instrumentos análisis.

El análisis de contenido ha sido hecho y entendido como una dialéctica continua entre el marco teórico y los datos recogidos, lo que permitió ampliar la investigación a través de la constante revisión de la literatura y añadir aspectos que faltaban. Por lo tanto, las inferencias que se produjeron durante el análisis de contenido son la articulación que se hizo desde el análisis descriptivo de los datos recogidos hasta su explicación e interpretación.

3.6.2.1. Análisis de los Documentos Oficiales Portugueses y de los Documentos Oficiales Españoles – Procedimientos adoptados (1ª fase del estudio)

Para analizar los Documentos Oficiales Curriculares se identificaron previamente como Documentos Oficiales Portugueses - DOP y Documentos Oficiales Españoles - DOE.

La lectura general de los documentos ha permitido establecer una visión general y representativa de los datos disponibles e identificar unidades de análisis, o sea, episodios que evidencian los indicadores del instrumento de análisis.

Se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

a) El primer indicador, F.P1a (Propone el desarrollo de procedimientos científicos, la resolución de problemas y la mejora del pensamiento crítico), que se refiere a competencias que son la base de toda la comprensión de las interacciones CTSA, se decidió no considerar como unidad de análisis/episodio de este indicador. La información a pesar de estar relacionada con procedimientos científicos, solo aborda conocimiento substantivo, o sea, la Ciencia como “conocimiento puro”, desconectada de otros campos del conocimiento y no implicando la comprensión de las interrelaciones CTSA. Veamos un ejemplo de esa información: “*Distinguir diferentes tipos de células, relativamente à morfologia e ao tamanho, com base na observação microscópica de material biológico*” (ME – DGIDC, 2013, p.7).

b) A medida que se desarrolló el análisis, nos encontramos con otra situación problemática que se nos planteo. Algunos episodios presentaban mucha información,

por ello fue necesario considerarlos como evidencia de más de un Indicador perteneciente, a veces, a diferentes parámetros o dimensiones. Tomemos un ejemplo de un episodio que es evidencia de dos indicadores (F.P2a - *Fomenta el desarrollo de principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivas* y F.P3b - *Fomenta el compromiso del estudiante en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente*), que pertenecen a diferentes parámetros (F.P2 - *Desarrollo de actitudes y valores* y F.P3 - *Educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente*) de la dimensión *Finalidades*.

Num mundo onde a Ciência e a Tecnologia penetram cada vez mais profundamente na vida quotidiana do individuo e da sociedade, a Escola tem um importante papel a desempenhar, não somente na aquisição de conhecimentos científicos e técnicos, mas também no desenvolvimento de atitudes susceptíveis de assegurar, aos cidadãos do futuro, a aplicação e avaliação desses conhecimentos (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.175).

c) Una vez definidos los criterios de análisis de los apartados anteriores, las unidades de análisis fueron cuidadosamente estudiadas con el fin de verificar su coherencia con los indicadores de cada parámetro o dimensión. El análisis se hizo primero con la dimensión *Finalidades* (F), después con la dimensión *Conocimientos* (C) y, finalmente, con la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM). En primer lugar han sido analizados los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y luego los Documentos Oficiales Españoles (DOE).

En este primer análisis se verificó que efectivamente la perspectiva CTSA estaba considerada en los DOP y en los DOE. Sin embargo, la forma como esta perspectiva se considera no siempre está explícita con el mismo grado. Las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente no siempre están expresadas con claridad y evidencia y, por lo tanto, fue necesario determinar con qué grado están explícitas las unidades de análisis o episodios. Partiendo de que los indicadores que integran el instrumento de análisis reflejan la concretización de las interrelaciones CTSA, tratamos de entender cómo se considera el enfoque CTSA en los Documentos Oficiales Curriculares, si explícita o implícitamente. De este modo, se consideró que el enfoque CTSA se contempla explícitamente cuando la idea del indicador se expresa claramente en las unidades de análisis o episodios. Por otra parte, se tuvo en cuenta que el enfoque CTSA

se incluye de forma implícita cuando la idea del indicador se expresa de manera poco clara en las unidades de análisis o episodios, es decir, las relaciones CTSA son poco evidentes.

El análisis ha permitido también comprobar la frecuencia de episodios implícitos y explícitos identificados por Dimensión (Finalidades, Conocimientos y Procedimientos Metodológicos), en los DOP y en los DOE, y evaluar su representatividad.

Por último, se compararon los resultados obtenidos con los DOP y los DOE, lo que permitió una visión global del estudio desarrollado en la primera fase.

3.6.2.2. Análisis de los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias: Procedimientos adoptados (2ª fase del estudio)

Los procedimientos adoptados en el análisis de libros de texto de Ciencias han sido similares a los del análisis de los Documentos Oficiales Curriculares (salvo una excepción, en el caso de los libros españoles), presentándose a continuación.

Análisis de libros de texto portugueses de Ciencias de 2º Ciclo (5º/ 6º curso):

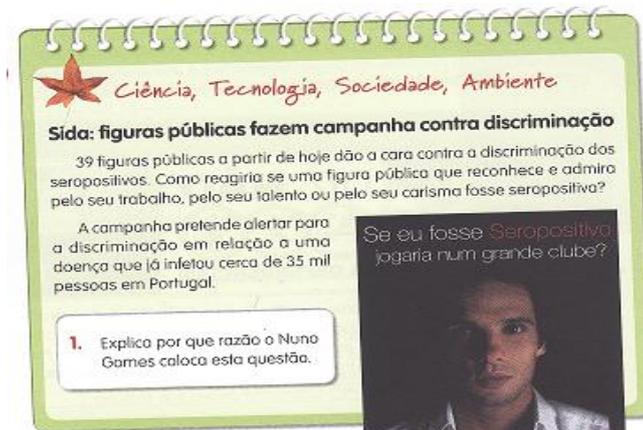
El análisis empezó con una lectura general, de todos los libros seleccionados para ver si consideraban las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente. Para ello, se identificaron las unidades de análisis o episodios con el fin de verificar su coherencia con los indicadores incluidos en el instrumento de análisis de libros de texto.

Posteriormente, tras comprobar que todos los libros de texto consideran el enfoque CTSA, se han analizado con más detalle para determinar si este enfoque se incluía a lo largo de las unidades y temas, si estaba integrado en los contenidos y propuestas de actividades (ejemplo 1) o si lo hacía, esencialmente, en secciones propias denominadas CTSA o con otras designaciones (ejemplo 2) transmitiendo la idea de ser un contenido sin relación con los demás.

Ejemplo 1:

É preciso evitar poluir a água e tratá-la, para que possa voltar a ser usada. O Homem tem cada vez mais conhecimentos científicos e meios tecnológicos para aplicar na proteção das reservas de água. Mas não basta saber como evitar a poluição. É preciso agir. Para isso, é necessário: controlar o uso de adubos e pesticidas na agricultura...fazer o tratamento de resíduos industriais... (Libro de texto 5ºMP1, p. 163).

Ejemplo 2:



(Libro de texto 6ºMP1, p.200)

Es de destacar que, en los libros de texto que contemplan situaciones en las que se verificó que la perspectiva CTSA se incluía integrada en los contenidos y en las actividades propuestas de las diferentes unidades temáticas, también se identificaron secciones CTSA o incluso con otras designaciones donde se establecieron evidencias de interacciones CTSA. En situaciones en las que se verificó que la perspectiva CTSA se incluía esencialmente en secciones propias, se llama la atención sobre el hecho de que estas secciones suelen encontrarse al principio o al final del capítulo/unidad y, a veces no integradas en los contenidos científicos.

Se estudiaron los episodios que evidencian los indicadores mencionados en el instrumento de análisis. Se procedió, primero con los indicadores de la dimensión A (*Discurso e informação proporcionada*) y luego con los indicadores de la dimensión B (*Actividades de enseñanza-aprendizaje*).

Así como sucedió con el análisis de la 1ª fase del estudio (Documentos Oficiales Curriculares) verificamos que el enfoque CTSA no siempre está explícita con el mismo grado. Fue, por tanto, necesario determinar la forma cómo las unidades de análisis o episodios estaban consideradas en los libros de texto, sí explícita o implícitamente. Sin embargo, la noción de episodio explícito e implícito tomó un concepto ligeramente diferente del adoptado para el análisis de los Documentos Oficiales. En el caso de los libros de texto que se utilizan principalmente por los estudiantes, el concepto explícito tiene que ser más evidente. De este modo, los episodios que muestran y traducen las ideas presentes en los indicadores de manera clara y precisa fueron considerados explícitos. Los episodios cuyas ideas podrían llevar de alguna manera a la interpretación del indicador, teniendo en cuenta alguna palabra, frase o imagen propuesta en el libro de

texto, debiendo ser entendidas por los profesores y alumnos, tanto en la información proporcionada, como en las actividades y tareas propuestas, se consideraron implícitos. Era importante tener en cuenta los episodios implícitos, ya que, aunque no tiene mucho sentido con los estudiantes, un maestro con formación en las relaciones CTSA puede utilizarlos y darles sentido.

Durante este análisis hecho a los libros de texto portugueses también ha sido nuestro objetivo comprobar cuál es la frecuencia de los episodios explícitos e implícitos presentes en las dos dimensiones de análisis, así como saber qué indicadores están más representados en cada dimensión (dimensión A - Discurso e información proporcionada y dimensión B - Actividades de Enseñanza/Aprendizaje).

Análisis de los libros de texto españoles de 3^{er} ciclo (5^o/6^o curso):

Como los procedimientos adoptados en el análisis de los libros de texto españoles son los mismos que se utilizaron en el análisis de los libros de texto portugueses, sólo se describen los pasos considerados más relevantes.

En el proceso del análisis de los libros de texto españoles nos enfrentamos a una nueva situación. La perspectiva CTSA está presente a pesar de que, de manera general, no está integrada en los contenidos científicos ni en las actividades propuestas a lo largo de las diferentes unidades temáticas. No obstante, aparece en ciertas unidades temáticas, casi siempre relacionadas con contenidos tales como la conservación del medio ambiente (Bloque 1, ejemplo 3), la energía (Bloque 6) o la aplicación de la tecnología y los avances científicos y tecnológicos (Bloque 7).

Ejemplo 3:

Los avances técnicos y científicos han cambiado la sociedad...Hace poco más de un siglo no existían las radiografías, la anestesia o las vacunas...los avances en la sanidad han hecho posible que vivamos más años y en mejores condiciones de salud...(Libro de texto 5^oME1, Bloque 1, p. 110).

Asimismo, también aparece en secciones propias o independientes denominadas CTSA (aunque no es habitual) o con otras designaciones como «El mundo que queremos», «Planeta amigo», «Para saber más», «Mas competente», «Ventanas al mundo».

Ejemplo 4:



(Libro de texto 6ºME2, p. 67).

Los demás procedimientos fueron exactamente los mismos que los que se habían llevado a cabo en el análisis de los libros de texto portugueses, descritos anteriormente.

Finalmente, tras el análisis de los libros de texto portugueses y españoles, hemos señalamos las principales similitudes y diferencias identificadas en los libros de texto de los dos países, lo que permitió la síntesis y la comparación de los resultados.

3.6.2.3. Relación entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto – Procedimientos adoptados (3ª fase del estudio)

En la tercera fase del estudio se intentó entender la relación entre los Documentos Oficiales Curriculares (DOC) y los libros de texto (LT) de Portugal y de España, según la perspectiva CTSA.

Dado que cada dimensión de los Documentos Oficiales Curriculares (*Finalidades, Conocimientos y Procedimientos Metodológicos*) está compuesta por diferentes parámetros que, a su vez, integran un número variable de indicadores, y en el caso de los libros de texto de Ciencias, las dimensiones de análisis (*Discurso e información proporcionada y Actividades de Enseñanza/Aprendizaje propuestas*) también incorporan un número variable de indicadores, para percibir la relación pretendida fue necesario establecer una correspondencia entre ambos instrumentos de análisis, Instrumento de análisis de Documentos Oficiales (IA/DOC) e Instrumento de análisis de libros de texto (IA/LT).

El diagrama siguiente de la figura 5 representa la estructura que ha permitido establecer esta correspondencia entre las dimensiones, parámetros e indicadores de los

dos instrumentos de análisis lo que ha posibilitado caracterizar e interpretar la recontextualización del mensaje de los DOC en los LT, según la perspectiva CTSA.

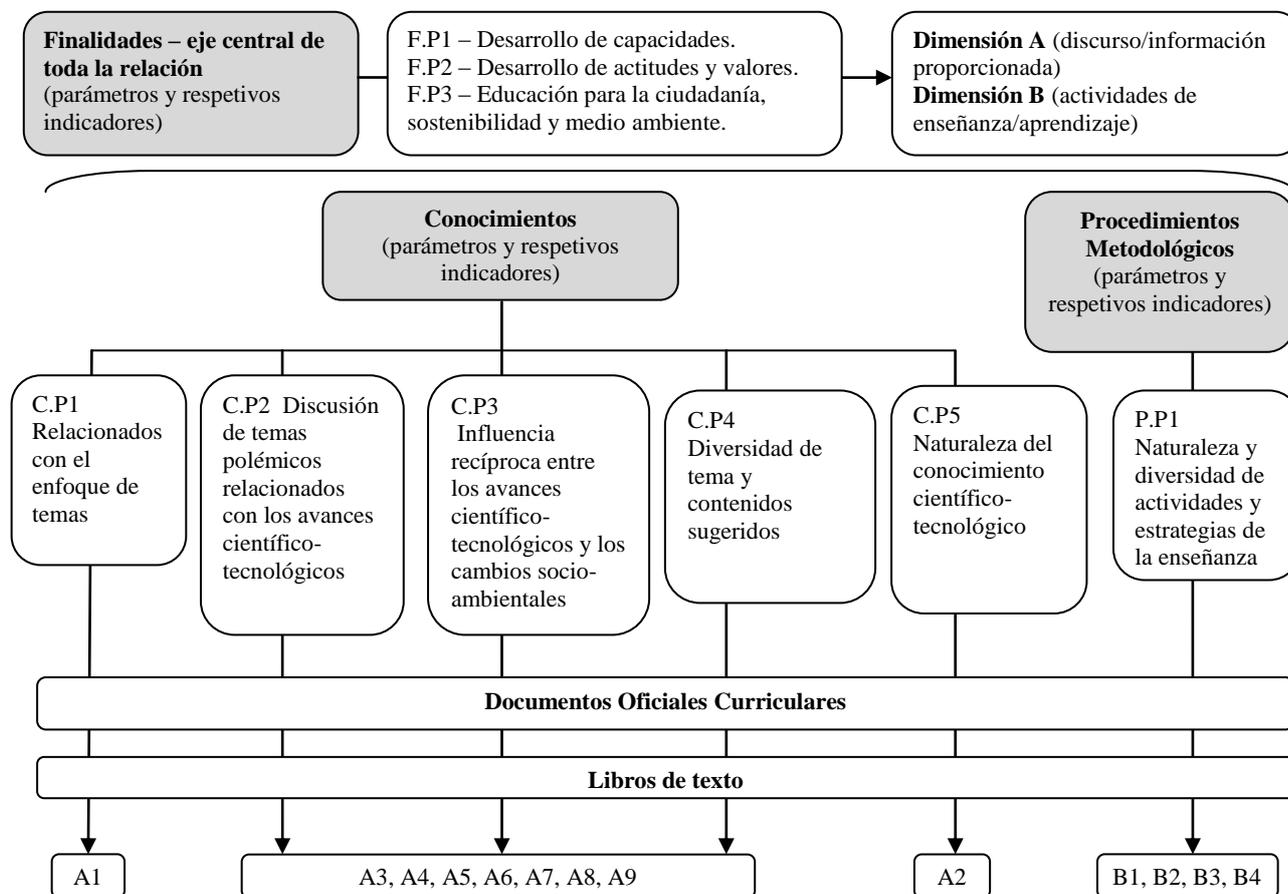


Figura 5: Relaciones establecidas entre las dimensiones, parámetros e indicadores del instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares (DOC) y el instrumento de análisis de libros de texto (LT).

De acuerdo con el diagrama de la figura 5 se presentan a continuación con más detalle las correspondencias establecidas. La figura 6 establece la correspondencia entre la dimensión *Finalidades* del IA/DOC y las dos dimensiones A (*discurso e información proporcionada*) y B (*actividades de enseñanza/aprendizaje*) del IA/LT.

La dimensión *Finalidades* se refiere al desarrollo personal (desarrollo de capacidades, actitudes y valores) y social de los alumnos (educación para la ciudadanía, sostenibilidad y el medio ambiente) y, por lo tanto, se refiere al ámbito actitudinal y a la formación como personas y ciudadanos responsables con el entorno que les rodea, se pretende que los alumnos desarrollen y adquieran competencias y estrategias de investigación y pensamiento crítico para promover la cultura científica. Estas cuestiones se pueden plantear tanto desde los textos como desde las actividades propuestas en los libros de texto. Por ello, esta dimensión se relaciona con la dimensión A (*discurso e*

información proporcionada) y con la dimensión B (actividades de enseñanza/aprendizaje) pertenecientes al instrumento de análisis de libros de texto (IA/LT). La dimensión *Finalidades* representa el eje central de toda la relación que se establece entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias.

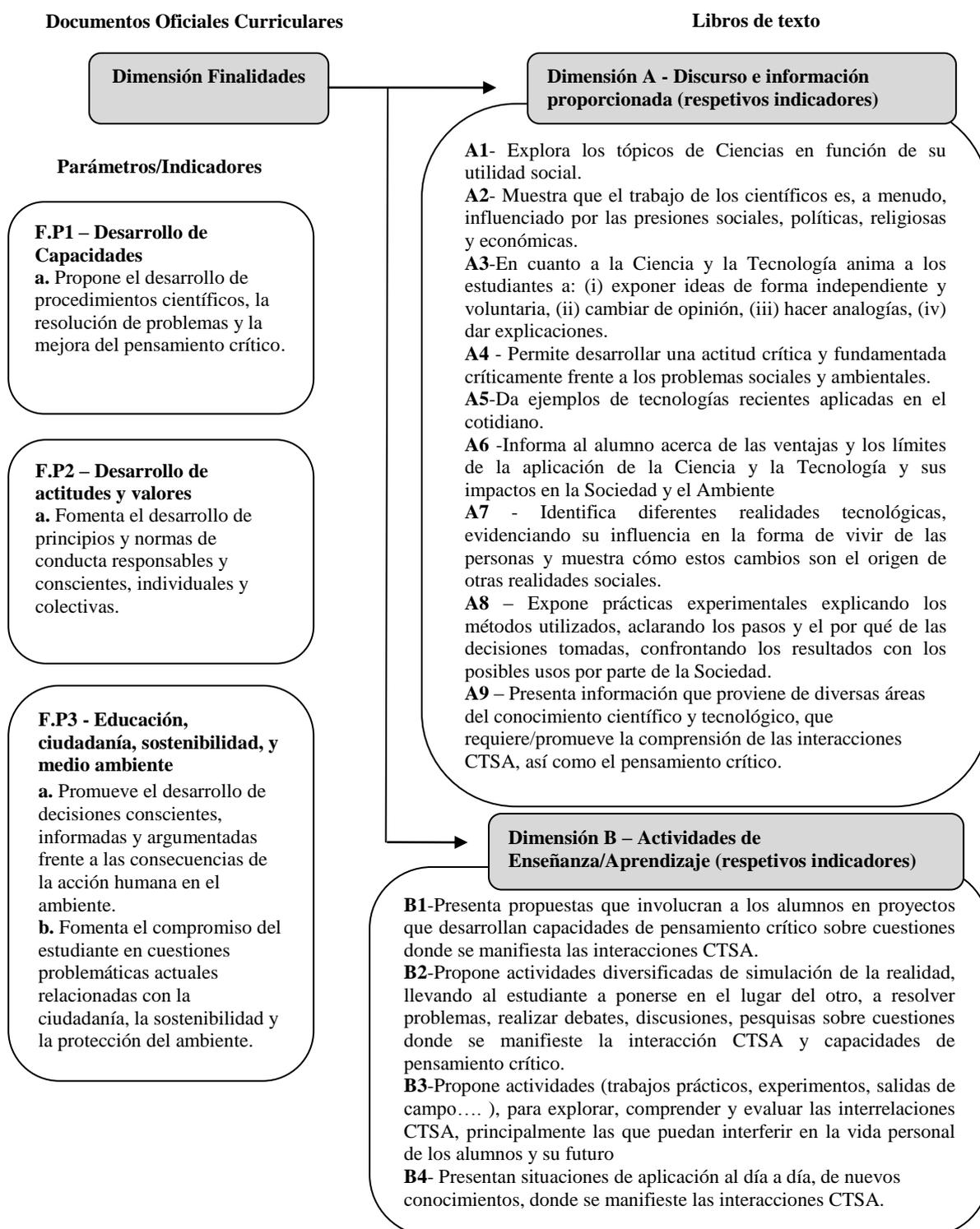


Figura 6: Correspondencia entre la dimensión Finalidades del IA/DOC y las dimensiones A (discurso/información proporcionada) y B (actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT.

La figura 7 establece la correspondencia entre la dimensión *Conocimientos* del IA/DOC y la dimensión A (*Discurso e información* proporcionada) del IA/LT.

La dimensión *Conocimientos* del IA/DOC se refiere a los conocimientos de Ciencias considerados esenciales para los estudiantes, entre los cuales es fundamental, por ejemplo, la presencia de temas que aborden las interacciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (sociología externa de la Ciencia); de temas polémicos y controvertidos sobre la Ciencia, la Tecnología, la sociología interna de la Ciencia (características de los científicos y de su trabajo), así como a la naturaleza del conocimiento científico-tecnológico. Por lo tanto, se consideró que la dimensión *Conocimientos* del IA/DOC se relaciona con la dimensión A - *discurso e información proporcionada* del IA/LT.

Los **parámetros CP2** (*Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos*), **CP3** (*Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales*) y **CP4** (*Diversidad de temas y contenidos científicos*), se refieren a la sociología externa de la Ciencia y, por lo tanto, a las relaciones CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente). Los indicadores de estos parámetros se presentan relacionados entre sí y manifiestan correspondencia con diversos indicadores del IA/LT, como es el caso de los indicadores del **parámetro CP2**, que se relacionan con los indicadores A6, A7 y A8 del IA/LT, y los indicadores del **parámetro CP3**, que se relacionan con los indicadores A3, A4, A5 y A7 del IA/LT.

El **parámetro CP1** (*Relacionados con el enfoque de temas*) también se refiere a la sociología externa de la Ciencia, pero se relaciona solo con el indicador A1 (*Explora los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social*) del IA/LT. El **parámetro CP5** (*Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico*) corresponde al indicador A2 (*Características de los científicos y de su trabajo*) de IA/LT. El **parámetro CP4** (*Diversidad de temas y contenidos científicos*) corresponde al indicador A9.

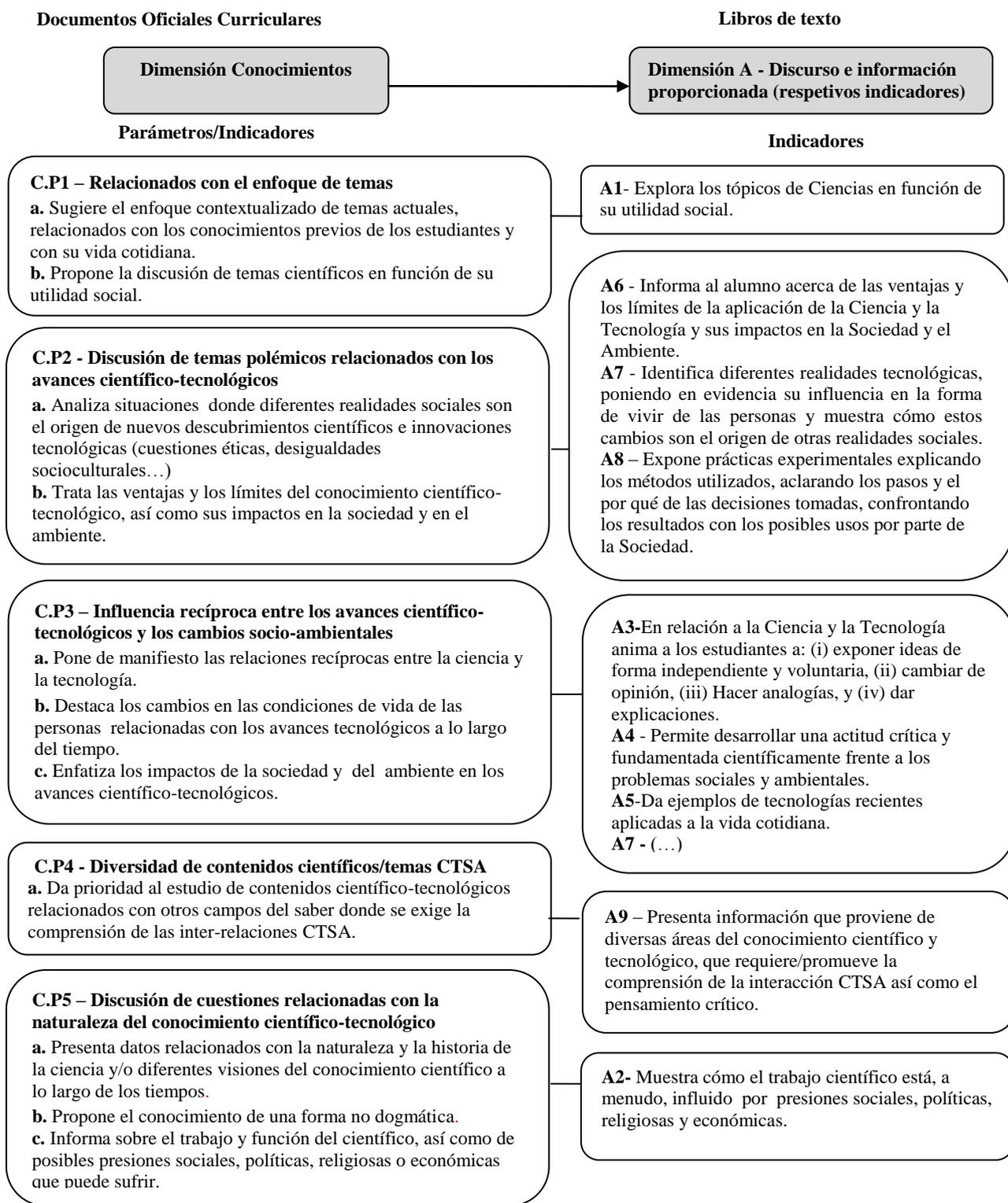


Figura 7: Relación de correspondencia entre la dimensión Conocimientos del IA/DOC y la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) del IA/LT).

La figura 8 establece la correspondencia entre la dimensión *Procedimientos Metodológicos* del IA/DOC y la dimensión B (actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT. La dimensión *Procedimientos Metodológicos* utilizados en Ciencias para fomentar el aprendizaje de los estudiantes se refiere a las diferentes estrategias y actividades de la enseñanza como, por ejemplo, actividades de argumentación, debates, discusiones, indagación, etc., sobre cuestiones donde se pone de manifiesto la interacción CTSA. Por lo tanto, se consideró que la dimensión *Procedimientos Metodológicos* se relaciona con la dimensión B (actividades de enseñanza/aprendizaje) del instrumento de análisis de libros de texto.

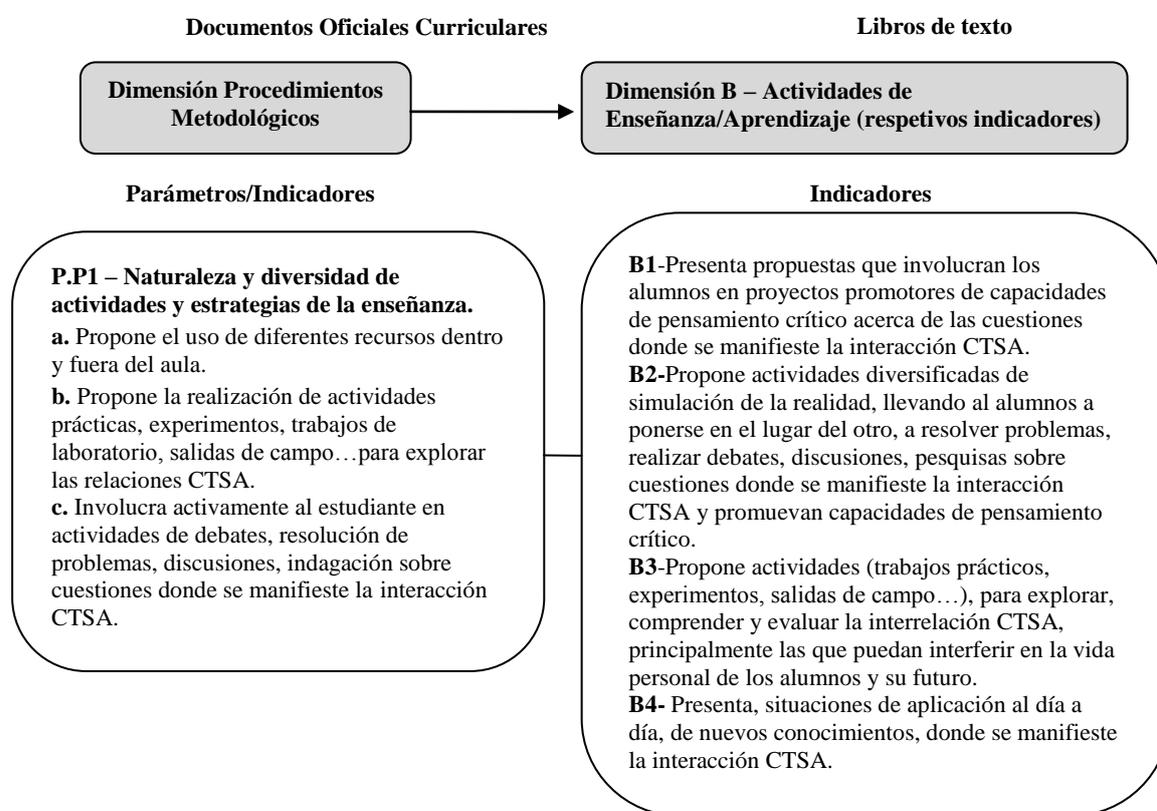


Figura 8: Relación de correspondencia entre la dimensión *Procedimientos Metodológicos* del IA/DOC y la dimensión B (actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT.

Después de establecer esta correspondencia se analizó la recontextualización o interpretación que los libros de texto de Ciencias del 2º Ciclo (Portugal) y del 3º Ciclo (España) hacen del mensaje transmitido en los Documentos Oficiales Curriculares en el ámbito de la perspectiva CTSA, y se identificaron las principales similitudes y diferencias entre los dos países, en relación a las tres dimensiones, *Finalidades*, *Conocimientos* y *Procedimientos Metodológicos*.

4. RESULTADOS

4.1. Perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Portugueses y Españoles (1ª Fase del Estudio).

En la presentación de los datos empezaremos por Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y luego por los Documentos Oficiales españoles (DOE). Primero exponemos los datos globales (número de episodios CTSA identificados en los Documentos Oficiales Curriculares) y luego discriminamos los datos de acuerdo a cada dimensión (Finalidades, Conocimientos, Procedimientos Metodológicos) considerados en el instrumento de análisis (tabla 3). En esta discriminación se pone de manifiesto el número de episodios explícitos e implícitos por indicador. Por último, se hace la discusión conjunta de los datos obtenidos de los DOP y de los DOE.

4.1.1. Documentos Oficiales Portugueses

Fueron identificados, en las secciones seleccionada para el análisis de todo el texto, los episodios y unidades de análisis para poder poner de manifiesto las ideas de los distintos indicadores del instrumento, es decir, poder puntualizar las relaciones CTSA. Estos resultados se muestran en la tabla 10.

Tabla 10: Incorporación de la perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Portugueses.

Dimensión	Número de episodios
Finalidades (F)	43
Conocimientos (C)	25
Procedimientos Metodológicos (PM)	12
Total	80

Al observar la tabla 10 se puede ver que la perspectiva CTSA se incorpora en los Documentos Oficiales Portugueses (DOP), con 80 episodios. Pero la representación no es la misma en las tres dimensiones consideradas (Finalidades, Conocimientos y

Procedimientos Metodológicos). La dimensión *Finalidades* (F) es la más representativa, con 43 episodios, seguida por la dimensión *Conocimientos* (C), con 25 episodios, y por la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM), con 12 episodios.

Respecto a la dimensión Finalidades (*¿Por qué enseñar Ciencia?*), el número de episodios (43 episodios) es relevante como cabía esperar. Los DOP enfatizan bastante las finalidades de la educación científica, a saber, el desarrollo de capacidades, actitudes y valores necesarios para este grupo de edad a fin de que los estudiantes puedan comprender, aplicar y actuar en el mundo que les rodea, como ciudadanos conscientes y responsable.

En cuanto a la dimensión Conocimientos, relacionada con los contenidos científicos, consideramos que el número de episodios identificados (25 episodios) es poco relevante. En el caso de los Procedimientos Metodológicos, relacionada con las estrategias de enseñanza, el número de episodios identificados es aún menos relevante (sólo 12 episodios). En los resultados de estas dos dimensiones (Conocimientos y Procedimientos Metodológicos), que también eran ya previsibles y esperados, pensamos que los DOP proporcionan poca información a los maestros sobre *qué Ciencia enseñar y cómo enseñar Ciencia* en el ámbito CTSA.

A pesar de esto, y como ya se ha mencionado, la perspectiva CTSA no siempre estaba explícita con el mismo grado en los diferentes episodios considerados. En algunos de estos episodios, la idea expresada en los indicadores estaba representada claramente (episodio explícito) en otros, la idea del indicador era implícita (episodios implícitos). Los resultados de este análisis se presentan en las siguientes secciones, cada una correspondiente a las diferentes dimensiones definidas en el instrumento de análisis: Finalidades (F), Conocimientos (C) y Procedimientos Metodológicos (PM).

4.1.1.1. Dimensión Finalidades

Según muestra la Tabla 3 la dimensión *Finalidades* (F) se compone de los parámetros F.P1 (*Desarrollo de capacidades*), F.P2 (*Desarrollo de actitudes y valores*) y F.P3 (*Educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente*).

La tabla 11 contiene el número de episodios explícitos e implícitos registrados en cada indicador de los parámetros que componen esta dimensión.

Tabla 11: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Finalidades - DOP.

Dimensión: Finalidades (F)					
Parámetro	Indicador (n=4)	Desarrollo de Capacidades (F.P1)	Desarrollo de actitudes y valores (F.P2)	Educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente (F.P3)	
		F.P1a	F.P2a	F.P3a	F.P3b
Episodios	E	8	11	6	15
	I	2	0	0	1
Total		10	11	6	16

En el **parámetro F.P1** (*Desarrollo de capacidades*), representado por el indicador F.P1.a. (*Propone el desarrollo de procedimientos científicos: observar, inferir, clasificar, explicar, relacionar, argumentar..., la resolución de problemas y la mejora del pensamiento crítico*), se han registrado 10 episodios, de los cuales 8 son explícitos y 2 implícitos.

Como hemos señalado el *indicador a* del primer parámetro de cada una de las *Dimensiones*, como es el caso del indicador **F.P1a** (y los indicadores **C.P1a** - *Sugiere el enfoque contextualizado de temas actuales, relacionados con los conocimientos previos de los alumnos y con su vida cotidiana* y **P.PM1a** - *Propone el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula*) no se relacionan directamente con la perspectiva CTSA, sino que se refiere a aspectos que son necesarios para se percibir las relaciones e interacciones CTSA, es decir, asume un carácter genérico con el fin de entender si el documento en cuestión pretende desarrollar las competencias necesarias para entender las interrelaciones CTSA.

Veamos dos ejemplos, un explícito y otro implícito, del indicador F.P1a, ambos incluidos en el documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*. El ejemplo del episodio explícito del indicador F.P1.a corresponde al texto incluido en la sección Orientación Metodológica.

A resolução de problemas, considerada um aspecto fundamental da educação científica, facilita a aprendizagem e o exercício das capacidades nela envolvidas. Deste modo, o aluno aprende a aprender, pensa mais eficientemente, aumentando a capacidade de transferência (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.186).

El texto es explícito acerca de la importancia de la resolución de problemas para la educación científica, aclarando que facilita el aprendizaje y el desarrollo de capacidades necesarias para interpretar el mundo y para la transferencia de conocimientos a las nuevas situaciones, lo que equivale a la comprensión de las relaciones CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente).

El segundo ejemplo aparece en la sección Introducción. El texto afirma que " A educação em Ciências deve permitir ao aluno, a partir do início da sua vida escolar, o desenvolvimento e compreensão de si próprio e do mundo que o rodeia" (ME - DGEBS, Vol. I, 1991, p. 175). El episodio expone la enseñanza de la ciencia como capaz de mejorar el desarrollo personal del alumno, sobre todo el desarrollo y la comprensión de sí mismo y del mundo que le rodea, dejando implícita la idea de que para que esto sea posible es necesario el desarrollo de los procedimientos científicos que corresponden a formas de razonamiento, destrezas intelectuales y procedimientos prácticos, necesarios para interpretar y dar sentido al mundo de hoy, lo que requiere la comprensión de la relación entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente.

El **parámetro F.P2** (*Desarrollo de actitudes y valores*) representado por el indicador F.P2.a (*Fomenta el desarrollo de principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivas*) tiene 11 episodios explícitos. Tomemos por ejemplo un texto que establece que la enseñanza de las Ciencias debe "Contribuir para uma tomada de consciência da responsabilidade individual a nível da saúde, como bem comum" (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.177). Este episodio es explícito en cuanto al desarrollo de actitudes y valores, ya que, al llamar la atención sobre la necesidad de la conciencia de la responsabilidad individual, en el sector de la salud, como el bien común de todos los ciudadanos (relación Ciencia-Sociedad), el

estudiante desarrolla normas de conducta individuales y colectivas necesarias para su formación como individuo y ciudadano consciente.

En el **parámetro F.P3** (*Educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente*) identificamos 6 episodios explícitos del indicador F.P3a, 15 episodios explícitos y 1 implícito del indicador F.P3b. En cuanto al indicador F.P3a (*Promueve el desarrollo de decisiones conscientes, informadas y argumentadas frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente*), uno de los episodios seleccionados como ejemplo se encuentra en un texto que considera que el estudiante debe ser capaz de “Explicar as consequências da poluição e da contaminação da água” (ME – DGIDC, 2013, p.4). Esta competencia de saber explicar consecuencias permitirá el desarrollo de los estudiantes como ciudadanos informados, responsables e involucrados en la solución de los problemas que afectan su calidad de vida. Este episodio cuenta con información clara y evidente con respecto a la educación para la ciudadanía, la sostenibilidad y el medio ambiente, ya que desea que los alumnos comprendan las relaciones que se establecen entre la Sociedad y el Ambiente, al considerar que sean capaces de explicar, argumentar y tomar decisiones informadas sobre la contaminación del agua, como consecuencias de la acción humana (relación Ciencia-Sociedad-Ambiente).

Respecto al indicador F.P3.b (*Fomenta el compromiso del alumno en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente*) un ejemplo de un episodio explícito sería: “Pretende-se que, no desenvolvimento da diversidade dos seres vivos, seja encarada a perspectiva da proteção à Natureza” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.14). La información presentada es explícita en cuanto a lo que se pretende, es decir, que los contenidos científicos deben abordarse teniendo en cuenta la protección de la naturaleza (relación Ciencia-Sociedad-Ambiente), lo que implica la participación de los estudiantes en cuestiones problemáticas actuales como, por ejemplo, la extinción de especies y la biodiversidad, que a su vez permite la educación para la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del medio ambiente.

Como ejemplo de un episodio implícito de éste indicador (F.P3.b) presentamos el texto: “Sugere-se que cada grupo de alunos seja responsável por uma planta cultivada” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.15). La información presentada pretende responsabilizar los estudiantes por una planta cultivada, lo que implica su participación en cuestiones relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del medio

ambiente y, por lo tanto, el episodio es implícito en cuanto a las relaciones Sociedad-Ambiente.

Los resultados del análisis realizado a los DOP, relativo a la dimensión Finalidades (F), nos dan a conocer que casi todos los episodios identificados son explícitos (E) y en número apreciable para todos los indicadores, en particular para el indicador F.P3.b (*Fomenta el compromiso del alumno en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente*). Esto nos permite constatar que estos documentos promueven explícitamente tanto el desarrollo personal – capacidades, actitudes y valores (indicadores F.P1.a y F.P2.a) - como el desarrollo social de los estudiantes - educación para la ciudadanía, sostenibilidad y el medio ambiente (indicadores F.P3.a y F.P3.b)-, se enfatiza más el desarrollo social. Hay un número considerable de episodios explícitos relacionados con las competencias sociales (ciudadanía, sostenibilidad y protección del medio ambiente) que, según estos documentos, se pueden desarrollar a través de la educación en Ciencias de índole CTSA, al realizarse el desarrollo del alumno como ciudadano que se relaciona con los demás y con el entorno natural y artificial que le rodea, que requiere una comprensión de las relaciones CTSA.

Estos resultados nos permiten verificar que cualquier profesor que consulte estos documentos tiene referencias muy claras sobre *qué Ciencia enseñar* respecto a la perspectiva CTSA.

4.1.1.2. Dimensión Conocimientos

Como hemos dicho la dimensión *Conocimientos* (C) engloba cinco parámetros (tabla 3): C.P1 (*Relacionados con el enfoque de temas y contenidos*), C.P2 (*Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos*), C.P3 (*Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales*), C.P4 (*Diversidad de temas y contenidos*) y C.P5 (*Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico*) que contemplan varios indicadores para los cuales identificamos 25 episodios.

El número de episodios explícitos e implícitos por indicador que compone esta dimensión se presenta en la tabla 12.

Tabla 12: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Conocimientos - DOP.

Dimensión: Conocimientos (C)													
Parámetro	Relacionados con el enfoque de temas y contenidos (C.P1)				Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos (C.P2)		Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales (C.P3)			Diversidad de temas y contenidos(C.P4)		Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico (C.P5)	
	Indicador (n=11)	C.P1 a	C.P1 b	C.P2 a	C.P2 b	C.P3 a	C.P3 b	C.P3 c	C.P4 a	C.P5 a	C.P5 b	C.P5 c	
Episodios	E	1	8	0	3	6	4	0	0	1	2	0	
	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total		1	8	0	3	6	4	0	0	1	2	0	

En el **parámetro C.P1** (*Relacionados con el enfoque de temas y contenidos*) hemos identificado 1 único episodio explícito del indicador C.P1.a. y 8, también explícitos, del indicador C.P1.b.

En cuanto al indicador C.P1.a (*Sugiere el enfoque contextualizado de temas actuales, relacionados con los conocimientos previos de los alumnos y con su vida cotidiana*), el episodio se encuentra referenciado en la sección Orientación Metodológica del documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*.

A investigação directa da realidade é importante para a formação do futuro cidadão consciente que saiba observar o que o rodeia, conhecer dados de fontes diversificadas, fornecer alternativas aos problemas quotidianos do seu meio e aplicar os conhecimentos a situações novas. As actividades a realizar...devem ter um aumento gradual de formalização, desde as tarefas mais simples às mais complexas, de modo a possibilitar ao aluno a estruturação conceptual, tomando como ponto de partida os seus conhecimentos prévios (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.186).

El enfoque CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) se expresa de forma explícita, ya que el texto propone que el aprendizaje de los alumnos sea contextualizado a partir de la observación directa de la realidad, de lo que es parte de su vida cotidiana (relación Sociedad - Ambiente - Ciencia). El texto también señala que este aprendizaje debe partir de los conocimientos previos que los estudiantes tienen, lo que les permite relacionar el conocimiento que ya tenía con los conocimientos adquiridos y aplicarlos a nuevas situaciones, esto requiere una comprensión de las interacciones CTSA (Ciencia-Tecnología- Sociedad-Ambiente).

Respecto al indicador C.P1.b (*Propone la discusión de temas científicos en función de su utilidad social*) el ejemplo que damos de episodio explícito se encuentra en el documento *Metas Curriculares*. Se sugiere que el alumno sea capaz de " Referir aplicações das rochas e dos minerais em diversas atividades humanas, com base numa atividade prática de campo na região onde a escola se localiza" (ME - DGIDC, 2013, p.3). La información es clara y evidente con respecto a la utilidad y la aplicación de las rocas y minerales en las actividades humanas (relación Ciencia-Sociedad).

El **parámetro C.P2** (*Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos*) incluye los indicadores C.P2a (*Analiza situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas*) y C.P2.b (*Trata las ventajas y los límites del conocimiento científico-tecnológico, así como sus impactos en la sociedad y en el ambiente*). No se ha registrado ningún episodio del indicador C.P2.a y del indicador C.P2.b se han identificado 3 episodios explícitos. Un ejemplo de un episodio relacionado con este indicador (C.P2.b) aparece en un texto que señala como una de las finalidades de la enseñanza de las Ciencias: "Consciencializar das limitações da Ciência na resolução de problemas humanos" (ME - DGEBS, Vol I, 1991, p.177.). Es un episodio explícito, ya que enfatiza la necesidad de sensibilizar a los alumnos por el conocimiento científico, además de las ventajas que tiene para la Sociedad, también tiene limitaciones en la solución de los problemas humanos (relación Ciencia-Sociedad) y por ello no puede ser visto como infalible. Sin embargo, a pesar de ser considerado explícito, sólo se refiere a parte de la idea contemplada en el indicador, "ventajas y límites del conocimiento científico y tecnológico para la Sociedad", pero no hace ninguna referencia al impacto que el conocimiento científico y tecnológico tiene tanto en la Sociedad, como en el Ambiente (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente).

El **parámetro C.P3** (*Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales*) incluye el indicador C.P3.a (*Pone de manifiesto las relaciones recíprocas entre la ciencia y la Tecnología*) con 6 episodios explícitos, el indicador C.P3.b (*Destaca los cambios en las condiciones de vida de las personas - hábitos, estilo de vida, creación de nuevos recursos, etc. - relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos*) con 4 episodios explícitos, y el indicador C.P3.c (*Enfatiza los impactos de la sociedad y del ambiente en los avances científico-tecnológicos*) con 0 episodios. Veamos algunos ejemplos de los indicadores C.P3.a y C.P3.b.

Respecto al indicador C.P3.a. (*Pone de manifiesto las relaciones recíprocas entre la ciencia y la Tecnología*) todos los episodios fueron considerados explícitos, como, por ejemplo, uno de los objetivos generales que se menciona en el documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*: “Reconhecer que a utilização de alguns materiais é consequência do avanço tecnológico” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.179). El texto es explícito acerca de las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología, ya que la capacidad de reconocer que la aparición y el uso de algunos materiales, que no existían, se debe al avance tecnológico e implica el reconocimiento de la interrelación entre la Ciencia y Tecnología.

Como ejemplo de un episodio explícito del indicador C.P3.b (*Destaca los cambios en las condiciones de vida de las personas - hábitos, estilo de vida, creación de nuevos recursos, etc. - relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos*) presentamos el texto que señala que el alumno debe ser capaz “Associar alguns métodos e instrumentos usados na agricultura ao avanço científico e tecnológico” (ME – DGIDC, 2013, p.3). La información es clara con respecto a la influencia de los avances científicos y tecnológicos en la aparición de nuevos métodos y técnicas en la agricultura y, por lo tanto, en los cambios de las condiciones de vida de las personas (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad).

El **parámetro C.P4** (*Diversidad de temas y contenidos científicos*) representado por el indicador C.P4.a (*Da prioridad al estudio de contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las interrelaciones CTSA*) no contiene episodios.

El **parámetro C.P5** (*Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico*) contiene los indicadores C.P5.a (*Presenta datos relacionados con la naturaleza y la*

historia de la Ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo de los tiempos), C.P5.b (*Propone el conocimiento de una forma no dogmática*) y el C.P5.c (*Informa sobre el trabajo y función del científico, así como de posibles presiones sociales, políticas, religiosas o económicas que puede sufrir*).

De nuevo, y como ocurre con otros parámetros, hay un indicador que no tiene episodios, C.P5.c. En cuanto a los otros indicadores, hemos identificado 1 episodio explícito relacionado con el indicador C.P5.a y 2 episodios explícitos relacionados con el indicador C.P5.b.

Como ejemplo de un episodio del indicador C.P5.a véase el siguiente texto: “Deve desenvolver a compreensão da ciência como atividade humana que procura conhecimentos e aplica conceitos científicos na resolução de problemas da vida real, incluindo os que exigem soluções tecnológicas” (ME – DGEBS, Vol. I, p.175). Es un episodio explícito en lo que concierne a la naturaleza de la Ciencia, ya que se refiere a la Ciencia como una construcción social y humana que se relaciona con la Tecnología y busca conocimientos para entender y actuar en el mundo social y natural (relación Ciencia-Tecnología Sociedad-Ambiente). Aunque explícito, este episodio sólo contempla aspectos relacionados con la naturaleza de la Ciencia, pero omite la historia de la Ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científicos a lo largo de los tiempos.

Como ejemplo de un episodio del indicador C.P5.b (*Propone el conocimiento de una forma no dogmática*) puede verse el texto: “O ensino deverá ser problematizado, questionando as alternativas e o valor de soluções fornecidas pela Ciência, sendo de tornar relevante que, à medida que o ambiente sócio-cultural se altera e as técnicas de investigação melhoram, hipóteses e teorias bem estabelecidas podem ser desafiadas, modificadas e até substituídas” (ME – DGEBS, Vol. I, p.185). Este extracto es claro cuando afirma que la enseñanza debe ser cuestionada y que las soluciones aportadas por la Ciencia a lo largo de los tiempos deben ser debatidas, lo que indica que el conocimiento científico es provisional y, por lo tanto, el texto presenta el conocimiento de una forma no dogmática. Además, el texto afirma que esta provisionalidad del conocimiento científico se debe al cambio del medio sociocultural y a la mejora de las técnicas de investigación, es decir, realza el impacto que el cambio de la Sociedad y el Ambiente tienen en los avances del conocimiento científico-tecnológico (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente).

Los resultados del análisis realizado a los DOP, respecto a la dimensión *Conocimientos* (C), nos permite constatar que, aunque no hay evidencia de muchos episodios de esta dimensión, todos explícitos (E). Una vez más, podemos decir que las referencias CTSA, en este caso, relacionadas con la dimensión *Conocimientos* (C), aunque sean pocas, pueden ser claramente entendidas por cualquier profesor. Para esta dimensión, los DOP expresan más ideas CTSA con respecto a la discusión de temas científicos en función de su utilidad social (indicador C.P1.b.) y a las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología (indicador C.P3.a). Estos resultados permiten verificar que, aunque los DOP omitan aspectos relacionados con situaciones en que las diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas (indicador C.P2.a), con los impactos de la Sociedad y el Ambiente en los avances científicos y tecnológicos (indicador C.P3.c), y con el estudio de contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las inter-relaciones CTSA (indicador C.P4.a.), cualquier maestro que consulte estos documentos tiene referencias claras sobre *que Ciencia enseñar* desde la perspectiva de CTSA, aunque sean pocas y no se refieren a todos los indicadores presentes en el instrumento de análisis.

4.1.1.3. Dimensión Procedimientos Metodológicos

Como hemos dicho (tabla 3) la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM) está representada por el **parámetro PM.P1** (*Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza*) que contiene los indicadores PM.P1.a (*Propone el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula*), PM.P1.b (*Propone la realización de actividades prácticas, experimentales, de laboratorio, salidas de campo...para explorar las relaciones CTSA*) e PM.P1.c (*Promueve la participación activa del alumno en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA*).

El número de episodios y unidades de análisis explícitos e implícitos registrados en cada indicador del parámetro que compone esta dimensión se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Procedimientos Metodológicos - DOP.

Dimensión: Procedimientos Metodológicos (PM)			
Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza (PM.P1)			
Parámetro			
Indicador (n=3)	PM.P1a	PM.P1b	PM.P1c
Episodios	E	6	1
	I	0	1
Total	6	2	4

El indicador PM.P1.a (*Propone el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula*), es el que más episodios explícitos presenta (6 episodios explícitos). Un ejemplo de estos episodios corresponde a una sugerencia metodológica que el documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. II* propone en la página 16: “Leitura de extractos de revistas e jornais relativos à influência da poluição da água na vida dos seres vivos” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.16). El documento incita al alumno para la utilización de recursos, tales como revistas y periódicos cuya información se relaciona con la influencia de la contaminación del agua en la vida de los seres vivos (relación Ciencia-Sociedad-Ambiente) y, por lo tanto, se sugiere el enfoque CTSA explícitamente en el documento, ya que la idea del indicador se expresa de manera clara y evidente.

El indicador PM.P1.b (*Propone la realización de actividades prácticas, experimentales, de laboratorio, salidas de campo...para explorar las relaciones CTSA*) presenta 1 episodio explícito y 1 episodio implícito. En cuanto al episodio explícito, se trata de un extracto que ha sido identificado en la sección Finalidades del documento *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico - 2º Ciclo, Vol. I*: “Desenvolver uma metodologia experimental na abordagem dos problemas que facilite a compreensão do mundo natural e tecnológico em que vivemos” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.186). Este propósito realza, explícitamente, la importancia de una metodología experimental como una forma de abordar los problemas y comprender el mundo natural y tecnológico, lo que supone la exploración de las relaciones CTSA.

El episodio implícito del indicador PM.P1.b corresponde a una sugerencia metodológica del documento oficial: “Observação da água de um charco «a olho nu» e

ao microscópio” (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.16). Esta sugerencia metodológica propone llevar a cabo una actividad práctica sin la tecnología (a simple vista) y con la tecnología (microscopio). Está implícita la relación entre la Ciencia y la Tecnología, ya que permitirá a los estudiantes comparar y distinguir las observaciones realizadas (seres microscópicos), con o sin la ayuda del microscopio (relación Ciencia-Tecnología).

El indicador PM.P1.c (*Promueve la participación activa del alumno en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA*) presenta 4 episodios (3 explícitos y 1 implícito). Como ejemplo de un episodio explícito hemos seleccionado una información que sugiere al profesor guiar al alumno para “Pesquisar a relação entre o grau da poluição atmosférica e o aparecimento de líquenes (ME – DGEBS, Vol. II, 1991, p.16). Esta unidad de análisis y episodio sugiere la participación activa de los estudiantes en actividades de indagación sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA, pues se pretende que el alumno relacione el grado de contaminación del aire (relación Sociedad-Ambiente) con la aparición de líquenes, que es un indicador de la contaminación (relación Ciencia-Sociedad-Ambiente).

Como ejemplo de episodio implícito, el mismo documento considera que “A abordagem dos temas pode efectuar-se através de um tempo de discussão que permita a formulação de problemas com interesse para os alunos que constituam pontos de partida para o desenvolvimento de actividades” (ME – DGEBS, Vol. I, 1991, p.186). El texto informa que el enfoque de los contenidos científicos se puede hacer usando las actividades de discusión de cuestiones y problemas de interés para los estudiantes. El enfoque CTSA no lo sugiere claramente, sin embargo, ya que los contenidos científicos se discuten a través de temas de interés para los estudiantes, la relación Ciencia-Sociedad es implícita y, por ello, la discusión de temas científicos se puede hacer sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente).

Los resultados del análisis realizado a los DOP, en relación con la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM), nos permiten observar que, a pesar de que no son muchos episodios CTSA, son casi exclusivamente explícitos (E). Sin embargo, los consideramos insuficientes. Aunque pueda parecer en número razonable, la mayoría se relacionan con el indicador PM.P1.a, que tiene que ver con el uso y manejo de diferentes recursos dentro y fuera del aula, y no están directamente relacionados con la

perspectiva CTSA, aunque permite desarrollar competencias necesarias para su comprensión. Por lo tanto, son sólo 6 episodios relacionados con los indicadores PM.P1.b y PM.P1.c. donde se puede ver sugerencias CTSA. Estos resultados nos permiten verificar que los DOP sugieren pocas referencias explícitas sobre *cómo enseñar Ciencia* desde la perspectiva CTSA.

4.1.2. Documentos Oficiales Españoles

De forma similar a lo que se hizo a los Documentos Oficiales Portugueses (DOP), tratamos de identificar, en el texto de las secciones seleccionadas, episodios y unidades de análisis que traduzcan las ideas de los distintos indicadores del instrumento de análisis. Estos resultados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14: Incorporación de la perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Españoles

Dimensión	Número de episodios
Finalidades (F)	43
Conocimientos (C)	20
Procedimientos Metodológicos (PM)	4
Total	67

Al observar la tabla 14 se puede ver que la perspectiva CTSA se incorpora en los Documentos Oficiales Españoles (DOP), con 67 episodios, pero, al igual que los DOP, la representación tampoco es la misma en las tres dimensiones consideradas (Finalidades, Conocimientos y Procedimientos Metodológicos). La dimensión *Finalidades* (F) también es la que más episodios tiene, con 43 episodios. Los DOE enfatizan más las Finalidades de la Educación en Ciencias desde la perspectiva CTSA – desarrollo de capacidades, actitudes, valores, educación para la ciudadanía, sostenibilidad y ambiente.

La segunda dimensión más representativa es la dimensión *Conocimientos* (C), con 20 episodios) y la que menos representativa es la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM), con sólo 4 episodios. En cuanto a la dimensión *Conocimientos*, relacionada con los contenidos científicos, consideramos que, así como ocurrió en los DOP, el número de episodios identificados (20 episodios) es poco relevante y, por lo

tanto, son pocas las referencias CTSA sobre *que Ciencia enseñar*. Respecto a la dimensión *Procedimientos metodológicos*, relacionada con las estrategias de enseñanza, los resultados causan más preocupación, ya que el número de episodios es muy reducido (apenas 4 episodios), esto nos lleva a decir que estos documentos, casi no hacen sugerencias metodológicas para los maestros sobre *cómo enseñar Ciencia* desde la perspectiva CTSA.

Como en el caso de los DOP, en los DOE también se observa que la perspectiva CTSA no está siempre explícita con el mismo grado. Los resultados de este análisis se presentan en las siguientes secciones, cada una correspondiente a las dimensiones definidas en el instrumento de análisis (tabla 3): *Finalidades* (F), *Conocimientos* (C) y *Procedimientos Metodológicos* (PM).

4.1.2.1. Dimensión Finalidades

La dimensión Finalidades (F) (tabla 3), como en el caso de los DOP, es la que presenta más evidencias en todos sus respectivos parámetros e indicadores. El parámetro F.P3 (*Educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente*) es el más representativo, con 19 episodios, seguido por el parámetro F.P1 (*Desarrollo de capacidades*), con 13 episodios y por el parámetro F.P2 (*Desarrollo de actitudes y valores*), con 11 episodios. La tabla 15 contiene el número de episodios explícitos e implícitos registrados en cada indicador de los parámetros que componen esta dimensión.

Tabla 15: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Finalidades - DOE.

Dimensión: Finalidades (F)					
Parámetro		Desarrollo de Capacidades (F.P1)	Desarrollo de actitudes y valores (F.P2)	Educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente (F.P3)	
Indicador (n=4)		F.P1a	F.P2a	F.P3a	F.P3b
Episodios	E	12	11	3	15
	I	1	0	0	1
Total		13	11	3	16

En el **parámetro F.P1** (*Desarrollo de capacidades*), identificamos 12 episodios explícitos y 1 implícito relacionados con el indicador F.P1.a. (*Propone el desarrollo de procedimientos científicos, observar, inferir, clasificar, explicar, relacionar, argumentar..., la resolución de problemas y la mejora del pensamiento crítico*). Estos episodios y unidades de análisis se distribuyen entre las diferentes secciones que constituyen el documento *Orden ECI/2211/2007*, por ejemplo, en los *Objetivos de la Educación Primaria*, en las *Competencias en Básicas* y en el área del *Conocimiento del medio natural, social y cultural*. Como ejemplo de un episodio explícito del indicador F.P1.a véase el texto tomado de la *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*:

...implica la habilidad progresiva para poner en práctica los procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de indagación científica: identificar y plantear problemas relevantes; realizar observaciones directas e indirectas... formular preguntas; ... plantear y contrastar soluciones tentativas o hipótesis; realizar predicciones e inferencias de distinto nivel de complejidad; e identificar el conocimiento disponible...necesario para responder a las preguntas científicas, y para obtener, interpretar, evaluar y comunicar conclusiones en diversos contextos (MEC O. ECI, 2007, p. 31494).

El documento expresa claramente la idea de que el desarrollo de la competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico esto permite que los estudiantes pongan en práctica las capacidades de indagación, procedimientos científicos, como observar, clasificar, explicar, relacionar ... y resolver problemas relevantes necesarios para obtener, interpretar, evaluar y comunicar conclusiones en diversos contextos, es decir, para interpretar y dar sentido al mundo que les rodea, lo que requiere una comprensión de las relaciones CTSA.

El episodio implícito del indicador F.P1.a se ha identificado en un texto del documento *Orden ECI/2211/2007* que dice: “Conocer y valorar su entorno natural, social y cultural, así como las posibilidades de acción y cuidado del mismo” (MEC O. ECI, 2007, p. 31488). El episodio señala como uno de los objetivos generales de la Educación Primaria el conocimiento y la valoración del medio natural, social y cultural, así como la capacidad de proteger y saber actuar en él, dejando implícita la idea de que para que esto sea posible se deben desarrollar, en los estudiantes, procedimientos científicos que corresponden a formas de razonamiento, habilidades intelectuales y procedimientos prácticos, necesarios para interpretar y dar sentido a el mundo actual.

El **parámetro F.P2** (*Desarrollo de actitudes y valores*) representado por el indicador F.P2.a (*Fomenta el desarrollo de principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivas*) tiene 11 episodios explícitos. Tomemos como ejemplo un texto identificado en el documento *Decreto 40/2007*:

La escuela debe ser un lugar en que se favorezca el intercambio fluido de información y experiencias, y el desarrollo tanto de las habilidades sociales y de los hábitos de trabajo responsable como de la autonomía, la imaginación, la creatividad y la capacidad para afrontar nuevas situaciones y la educación en valores (Decreto 40, Junta de Castilla y León, 2007, p.9856).

Esta información es explícita porque considera que el alumno debe, además de las capacidades cognitivas, también desarrollar capacidades sociales como la responsabilidad y la autonomía, y la capacidad para hacer frente a las nuevas situaciones y desarrollar valores para actuar en el mundo, lo que requiere la comprensión de las relaciones CTSA.

El **parámetro F.P3** (*Educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente*) representado por los indicadores F.P3a, con 3 episodios explícitos y F.P3b, con 15 episodios explícitos y 1 implícito, es el más destacado.

En cuanto al indicador F.P3a (*Promueve el desarrollo de decisiones conscientes, informadas y argumentadas frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente*), el documento *Orden ECI/2211/2007* considera que uno de los objetivos del área *Conocimiento del medio natural, social y cultural* consiste en “Analizar algunas manifestaciones de la intervención humana en el medio, valorándola críticamente y adoptando un comportamiento en la vida cotidiana de defensa y recuperación del equilibrio ecológico y de conservación del patrimonio cultural” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499). Este objetivo es muy claro acerca de la relación entre Ciencia-Sociedad-Ambiente pues recomienda el análisis y discusión crítica de las cuestiones relacionadas con la intervención humana en el medio ambiente para promover, con ello, la toma de decisiones informadas y conscientes con relación a su conservación y preservación.

Respecto al indicador F.P3.b (*Fomenta el compromiso del alumno en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente*) el mismo documento señala que: “...el uso responsable de los recursos naturales, el cuidado del medio ambiente, el consumo racional y responsable, y la protección de la salud individual y colectiva como elementos clave de la calidad de

vida de las personas” (MEC O. ECI, 2007, p. 31494). Es una capacidad que los estudiantes deben desarrollar como ciudadanos responsables. Esta competencia científica permite a los alumnos participar en las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad de los recursos naturales, el consumo racional y responsable, la salud individual y colectiva y la protección del medio ambiente y, por lo tanto, las relaciones CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) se expresan con claridad y de forma evidente en esta unidad de análisis.

Como ejemplo de episodio implícito del indicador F.P3.b presentamos el texto que está en la sección Bloque 2 - La Diversidad de ellos seres vivos – en el documento Orden ECI/2211/2007: “Búsqueda de información sobre los seres vivos y sus condiciones de vida” (MEC O. ECI, 2007, p. 31504). La información presentada en este texto tiene como objetivo involucrar a los alumnos en la búsqueda de información sobre las condiciones de vida de los seres vivos e implica la idea de la protección de las especies, así como las cuestiones relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del medio ambiente (relaciones Ciencia-Sociedad-Ambiente).

Al igual que lo ocurrido con los DOP, los resultados del análisis realizado a los DOP, relativo a la dimensión *Finalidades* (F), nos dan a conocer que casi todos los episodios identificados son explícitos (E) y en número apreciable para todos los indicadores, en particular para el indicador F.P3.b (*Fomenta el compromiso del alumno en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente*). Los DOE valora el desarrollo personal (capacidades, actitudes y valores - indicadores F.P1.a y F.P2.a) y el desarrollo social de los alumnos (educación para la ciudadanía, sostenibilidad y el medio ambiente - indicadores F.P3.a y F.P3.b), siendo, también, se enfatiza más el desarrollo social. Una vez más, estos resultados nos permiten verificar que cualquier profesor que consulte estos documentos tiene referencias muy claras sobre *qué Ciencia enseñar* desde la perspectiva CTSA.

4.1.2.2. Dimensión Conocimientos

Los resultados de la dimensión *Conocimientos* (C) se organizaron en la tabla 16, que contiene el número de episodios explícitos e implícitos identificados en los indicadores de los cinco parámetros que la constituyen (tabla 3).

Tabla 16: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Conocimientos - DOE.

Dimensión: Conocimientos (C)												
Parámetro	Relacionados con el enfoque de temas y contenidos (C.P1)			Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos (C.P2)		Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales (C.P3)			Diversidad de temas y contenidos (C.P4)		Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico (C.P5)	
	Indicador (n=11)	C.P1 a	C.P1 b	C.P2 a	C.P2 b	C.P3 a	C.P3 b	C.P3 c	C.P4 a	C.P5 a	C.P5 b	C.P5 c
Episodios	E	2	3	0	2	2	8	0	0	1	0	0
	I	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Total		2	3	0	2	2	9	0	1	1	0	0

El **parámetro C.P1** (*Relacionados con el enfoque de temas/contenidos*) está constituido por los indicadores C.P1.a (*Sugiere el enfoque contextualizado de temas actuales, relacionados con los conocimientos previos de los alumnos y con su vida cotidiana*) con 2 episodios explícitos, y C.P1.b (*Propone la discusión de temas científicos en función de su utilidad social*), con 3 episodios, también explícitos.

Como ejemplo de un episodio del C.P1.a en la sección *Orientaciones metodológicas y para la evaluación* del documento *Orden ECI/2211/2007* se propone que el área de *Conocimiento del medio natural, social y cultural* debe:

Partir en cualquier actividad de las ideas de los alumnos, de sus conocimientos y experiencias. En esta área tan relacionada con la experiencia, niños y niñas han adquirido en el contacto diario con el medio que le rodea muchos conocimientos de los que es necesario partir porque forman su bagaje personal. Estos preconceptos o ideas previas son numerosos en el área, en su mayoría se adquieren paralelamente a la adquisición del lenguaje en el propio entorno familiar, por lo que es necesario que el docente los conozca bien para ajustar la acción didáctica (MEC O. ECI, 2007, p. 31507).

Esta información transmite la idea clara y explícita que el aprendizaje de los temas de Ciencias debe partir del conocimiento previo y las experiencias sociales y culturales de los estudiantes, o sea, de los fenómenos que les son familiares (relación Ciencia-Sociedad-Ambiente) y, por ello, considera el aprendizaje contextualizado como punto de partida para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como ejemplo del indicador C.P1.b (*Propone la discusión de temas científicos en función de su utilidad social*) presentamos un extracto que se encuentra en *Bloque 2 - La diversidad de los seres vivos*: “Identificación de algunos de los recursos físicos de la Tierra que se utilizan en la vida cotidiana” (MEC O. ECI, 2007, p. 31504). También esta información es evidente con respecto al uso de los recursos físicos de la tierra en las actividades y en la vida cotidiana de los individuos (relación Ciencia-Sociedad) y, por lo tanto, el enfoque CTSA se expresa de forma explícita. Es decir, la idea del indicador se presenta claramente en la unidad de análisis o episodio.

El **parámetro C.P2** (*Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos*) incluye los indicadores C.P2a (*Analiza situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas*), sin episodios, y C.P2.b (*Trata las ventajas y los límites del conocimiento científico-tecnológico, así como sus impactos en la sociedad y en el ambiente*), con 2 episodios explícitos. El documento *Orden ECI/2211/2007* señala que la *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico* “...significa reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora como construcción social del conocimiento a lo largo de la historia” (MEC O. ECI, 2007, p. 31494). Parece que el documento presenta información clara y evidente en relación con la necesidad de reconocer las ventajas y los límites de la actividad investigadora, es decir, ventajas y límites del conocimiento científico y tecnológico (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad). Aunque se consideró explícito, omite parte de la idea del indicador, ya que no enfatiza los impactos, tanto positivos como negativos, que estas ventajas o límites de la Ciencia y la Tecnología pueden tener para la Sociedad y para el Ambiente (relación Ciencia -Tecnología-Sociedad-Ambiente).

El **parámetro C.P3** (*Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales*) es el más representado, con 11 episodios. Este parámetro se divide en los indicadores C.P3.a, con 2 episodios explícitos, C.P3.b,

con 8 episodios explícitos y 1 implícito, y C.P3.c, sin episodios. Veamos algunos ejemplos.

En cuanto al indicador C.P3.a (*Pone de manifiesto las relaciones recíprocas entre la ciencia y la Tecnología*) presentamos como ejemplo de un episodio explícito, uno de los objetivos del área del Conocimiento del medio natural, social y cultural del documento *Orden ECI/2211/200* que dice que los alumnos deben desarrollar la capacidad de “Planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos con una finalidad previamente establecida, utilizando el conocimiento de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499). En este extracto, el enfoque CTSA se expresa explícitamente ya que pone de manifiesto las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología, al indicar que basándose en el conocimiento científico sobre las propiedades de los materiales, sustancias y objetos pueden construir dispositivos e instrumentos sencillos.

Como ejemplo de un episodio explícito del indicador C.P3.b (*Destaca los cambios en las condiciones de vida de las personas - hábitos, estilo de vida, creación de nuevos recursos, etc. - relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos*) el mismo documento sugiere que los alumnos deben “Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y como instrumento para aprender y compartir conocimientos, valorando su contribución a la mejora de las condiciones de vida de todas las personas” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499). Es otro de los objetivos que también cubre la perspectiva CTSA explícitamente porque considera que las tecnologías de comunicación e información son una herramienta para el aprendizaje y el intercambio de conocimientos (relación Ciencia-Tecnología) y para mejorar las condiciones de vida de las personas (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad).

El episodio implícito de este indicador C.P3.b, corresponde a uno de los objetivos del área del Conocimiento del medio natural, social y cultural del documento *Orden ECI/2211/200* que dice que los alumnos deben “Reconocer en el medio natural, social y cultural, cambios y transformaciones relacionados con el paso del tiempo...” (MEC O. ECI, 2007, p. 31499). Es un objetivo que incluye la perspectiva CTSA implícitamente, ya que la capacidad de reconocer los cambios y transformaciones en el entorno natural, social y cultural a lo largo de los tiempos, implica reconocer que estos

cambios se deben a los avances científicos y tecnológicos y la acción del hombre sobre el medio ambiente (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente).

En el **parámetro C.P4** (*Diversidad de temas y contenidos científicos*) representado por el indicador C.P4.a (*Da prioridad al estudio de contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las inter-relaciones CTSA*) se ha identificado sólo 1 episodio implícito que aparece referenciado en el documento Orden ECI/2211/2007: "...implica la diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento..." (MEC O. ECI, 2007, p. 31494). Este texto considera que el conocimiento científico debe ser visto en conjunto con otras formas de conocimiento y, por tanto, está implícita la idea de que el contenido científico debe ser explorado y relacionado con otros campos del conocimiento que presupone las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente.

El **parámetro C.P5** (*Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico*) contiene los indicadores C.P5.a (*Presenta datos relacionados con la naturaleza y la historia de la Ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo de los tiempos*), C.P5.b (*Propone el conocimiento de una forma no dogmática*) y el C.P5.c (*Informa sobre el trabajo y función del científico, así como de posibles presiones sociales, políticas, religiosas o económicas que puede sufrir*). Sólo hemos identificado 1 episodio explícito del indicador C.P5.a. Se encuentra en el documento *Orden ECI/2211/2007* que señala que la Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico:

...implica la habilidad progresiva para poner en práctica los procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de indagación científica...significa reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora como construcción social del conocimiento a lo largo de la historia...implica la diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento, y la utilización de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y al desarrollo tecnológico (MEC O. ECI, 2007, p. 31494).

El documento considera que esta competencia implica la capacidad de poner en práctica los procesos y actitudes propios de la investigación e indagación científica, así como reconocer las ventajas y los límites del conocimiento científico. Significa reconocer la Ciencia como una construcción social a lo largo de los tiempos, reconocer los valores éticos asociados al funcionamiento y desarrollo científico y tecnológico. Todos estos aspectos ponen de manifiesto lo qué es Ciencia, cómo se construye, cómo funciona,

cuáles son sus relaciones con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente y, por lo tanto, es un episodio explícito en lo que concierne a la naturaleza del conocimiento científico-tecnológico.

Los resultados del análisis realizado a los DOE, en cuanto a la dimensión *Conocimientos* (C), nos permite constatar que, aunque esta dimensión no es muy representativa, hemos identificado episodios casi todos explícitos. También podemos decir que en esta dimensión las referencias CTSA, aunque sean pocas, pueden ser claramente entendidas por cualquier profesor. En esta dimensión, los DOE expresan más ideas CTSA relacionadas con los cambios de las condiciones de vida de las personas debido a los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos (indicador C.P3.b). Creemos que esta situación se debe al hecho de que la Educación Primaria de 3^{er}Ciclo en España incluye el bloque de contenidos: Objetos, máquinas y nuevas tecnologías, donde se abordan aspectos relacionados con los avances tecnológicos. Estos resultados permiten verificar que, aunque los DOE omitan aspectos relacionados con situaciones en que las diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas (indicador C.P2.a), o con los impactos de la Sociedad y del Ambiente en los avances científicos y tecnológicos (indicador C.P3.c), o incluso con el carácter provisional del conocimiento científico (C.P5.b) y con el trabajo de los científicos (C.P5.c.), cualquier maestro que consulte estos documentos tiene referencias claras sobre *que Ciencia enseñar* desde la perspectiva de CTSA, aunque sean pocas y no se refieren a todos los indicadores presentes en el instrumento de análisis, situación similar a la de los Documentos Oficiales Portugueses.

4.1.2.3. Dimensión Procedimientos Metodológicos

Recordamos que la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM) está representada sólo por el **parámetro PM.P1** (*Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza*) que contiene los indicadores PM.P1.a (*Propone el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula*), PM.P1.b (*Propone la realización de actividades prácticas, experimentales, de laboratorio, salidas de campo...para explorar las relaciones CTSA*) y PM.P1.c (*Promueve la participación activa del alumno en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA*).

Para esta dimensión, en los Documentos Oficiales Españoles, sólo se registran 3 episodios explícitos para el indicador PM.P1.a y 1 episodio, también explícito, para el indicador PM.P1.c, como se muestra en la tabla 17. En cuanto al indicador PM.P1.b no fueron identificados episodios y unidades de análisis.

Tabla 17: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Procedimientos Metodológicos - DOE.

Dimensión: Procedimientos Metodológicos (PM)				
Parámetro		Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza (PM.P1)		
Indicador (n=3)		PM.P1a	PM.P1b	PM.P1c
Episodios	E	3	0	1
	I	0	0	0
Total		3	0	1

En el indicador PM.P1.a (*Propone el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula*), se ha identificado un episodio explícito en el documentos *Orden ECI/2211/2007* que sugiere que los alumnos deben “Presentar un informe, utilizando soporte papel y digital, sobre problemas o situaciones sencillas, recogiendo información de diferentes fuentes (directas, libros, Internet), con diferentes medios (lupa binocular, microscopio...) siguiendo un plan de trabajo y expresando conclusiones” (MEC O. ECI, 2007, p. 31507).

En el documento *Decreto 40/2007*, en el área do Conocimiento del medio natural, social y cultural, ha sido posible identificar un episodio explícito relacionado con el indicador PM.P1.c (*Promueve la participación activa del alumno en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA*):

La didáctica del área debe tener presente que la progresión educativa del alumnado en esta etapa parte de lo subjetivo (global e indiferenciado), con base en las experiencias vividas, hasta alcanzar representaciones más objetivas y racionales (diferenciadas y múltiples) a través de: el desarrollo de estrategias comunicativas (diálogos, encuestas, entrevistas o debates); y, de la observación, descripción y representación de aspectos relacionados con el medio natural y la sociedad...(Decreto 40, Junta de Castilla y León, 2007, p.9857).

Este texto sugiere que, en esta etapa educativa, se debe partir de los conceptos más generales basados en las experiencias de vida de los estudiantes (Sociedad-Ciencia) hasta los conceptos científicos más complejos. Para ello, se debe recurrir a diversas estrategias de enseñanza, tales como debates, entrevistas, diálogos, etc., sobre temas relacionados con el medio natural y social (relación Sociedad-Ambiente-Ciencia) y, por lo tanto, la idea del indicador se presenta de manera clara y evidente.

Los resultados del análisis de los DOE, en relación con la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM), permiten verificar que, los episodios CTSA son todos explícitos, pero en número muy reducido. Además, casi todos se refieren al indicador PM.P1.a (uso y manejo de diferentes recursos dentro y fuera del aula) que no se relaciona directamente con la perspectiva CTSA. Por lo tanto, sólo se ha identificado un episodio explícito relacionado con el indicador PM.P1.c, donde se puede ver sugerencias CTSA.

A pesar de lo poco representativos respecto a los Procedimientos Metodológicos de índole CTSA, los DOE parten de la idea de que la mejor manera de enseñar Ciencias es a través de un aprendizaje constructivista, en el que el estudiante tiene un papel activo. En el Decreto 40/2007 se puede leer: “Desde el aula se favorecerá la implicación del alumno y el continuo desarrollo de una inquietud por la observación, la búsqueda activa, la investigación, la organización y la autonomía” (Decreto 40, Junta de Castilla y León, 2007, p.9856). Son sugeridas actividades y estrategias de enseñanza que promueven la participación activa del alumno, pero no son sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente).

Estos resultados nos permiten verificar que, los DOE casi no sugieren referencias explícitas sobre *cómo enseñar Ciencia* desde la perspectiva CTSA y, por ello, no ayudan a los maestros a implementar estrategias y actividades de enseñanza como, por ejemplo, la investigación científica para explorar las relaciones CTSA.

4.1.3. Síntesis de los resultados - Comparación entre los Documentos Oficiales Portugueses y los Documentos Oficiales Españoles

A partir del análisis que hemos hecho se verificó que la perspectiva CTSA está contemplada en los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y en los Documentos Oficiales Españolas (DOE), con un número de episodios no muy diferente, 80 en los

DOP y 67 en los DOE, como se puede ver en la tabla 18, donde se registra el número de episodios por dimensión en los Documentos Curriculares de ambos países.

Tabla 18: Comparación del número de episodios por dimensión, en los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y en los Documentos Oficiales Españoles (DOE).

Dimensión	DOP	DOE
Finalidades (F)	43 (53,8%)	43(64,2%)
Conocimientos (C)	25 (31,3%)	20(29,9%)
Procedimientos Metodológicos (PM)	12 (15%)	4(6%)
Total	80 (100%)	67(100%)

Observando la tabla 18 nos damos cuenta de que, en valores absolutos, tanto en los DOP, como en los DOE, la dimensión que incluye más episodios es la dimensión *Finalidades (F)*, como se mencionó anteriormente, curiosamente con el mismo número, 43 episodios. También en la dimensión *Conocimientos (C)*, el número de episodios es muy similar en los Documentos Oficiales de Portugal y España, 25 episodios en DOP y 20 en el DOE. No es así con la dimensión *Procedimientos Metodológicos (PM)*, aunque sea la menos representativa en ambos documentos, en los DOP identificamos 12 episodios y en los DOE sólo 4 episodios. A pesar de algunas semejanzas, la relación entre el número de episodios por dimensión, en los DOP y los DOE, es ligeramente diferente.

En los DOP, los episodios de la dimensión *Finalidades (F)* representan un 53,8% del total de episodios identificados, mientras que los episodios de la dimensión *Conocimientos (C)* corresponden a un 31,3 % y los episodios de la dimensión *Procedimientos Metodológicos (PM)* corresponden a un 15 %.

En los DOE, los episodios de la dimensión *Finalidades (F)* representan un 64,2% del total de episodios identificados, mientras que los episodios de la dimensión *Conocimientos (C)* representan un 29,9% y los episodios de la dimensión *Procedimientos Metodológicos (PM)* sólo un 6 %.

De acuerdo con estos resultados, y como ya mencionamos al hacer un análisis individual de los DOP y los DOE, podemos observar que ambos documentos valoran más la dimensión *Finalidades* y menos la dimensión *Procedimientos Metodológicos (PM)*. Sin embargo, mientras que en los DOE, la dimensión *Finalidades (F)* adquiere mayor énfasis en el cómputo general de las evidencias CTSA, se reduce

significativamente la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM), en los DOP, esta diferencia es más equilibrada. De los datos presentados percibimos que los Documentos Oficiales de los dos países, con respecto al *por qué enseñar Ciencia*, son bastante enfáticos, ya que los dos apuntan a la necesidad de desarrollar en los alumnos, además de competencias cognitivas, capacidades actitudinales y competencias personales y sociales.

Sin embargo, aunque los Documentos Oficiales Curriculares portugueses y españoles destacan el enfoque de la Ciencia de forma integrada, relacionado con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente con respecto al *por qué enseñar Ciencia*, realzan poco el enfoque CTSA, en lo que se refiere a *qué Ciencia enseñar y cómo enseñar Ciencia*. Respecto a *qué Ciencia enseñar* (dimensión Conocimientos) tanto los DOP, como los DOE, hacen recomendaciones limitadas, o sea, proporcionan poca información sobre los conocimientos y contenidos considerados esenciales para los estudiantes, por ejemplo, contenidos de interés para los alumnos con relevancia social y que involucren a la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente, así como temas con impacto personal, local y global, que realcen la necesidad de comprender la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico, sus ventajas, limitaciones e impacto en la Sociedad y en el Ambiente.

Lo mismo ocurre con el *cómo enseñar Ciencia* (dimensión Procedimientos Metodológicos), ambos documentos (DOP y DOE) incluyen pocas referencias sobre los procedimientos que se deben utilizar para concretar el aprendizaje de los alumnos según el enfoque CTSA. Sin embargo, hay una diferencia algo significativa entre los dos documentos, los DOP evidencian más sugerencias para la puesta en práctica de las relaciones CTSA proporcionan consejos más claros para que los profesores puedan implementar este enfoque en el aula.

Para una mejor percepción, y rápida comparación, de los datos de los dos países, tanto en número de episodios, como en el grado con que está explícita, vamos a presentarlos también gráficamente. En primer lugar presentamos un gráfico con los datos globales (gráfico de figura 9), seguido de gráficos por dimensión/indicadores. En estos gráficos por dimensión/indicadores (figuras 10, 11 y 12) (especificando el número de episodios por indicador) es posible obtener evidencias más completas y comparativas entre los Documentos Oficiales (DO) de los dos países, en lo que concierne a las directrices curriculares según la perspectiva CTSA.

El gráfico de la figura 9 muestra el número de episodios explícitos e implícitos identificados por dimensión, Finalidades (F), Conocimientos (C) y Procedimientos Metodológicos (PM), en los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y en los Documentos Oficiales Españoles (DOE).

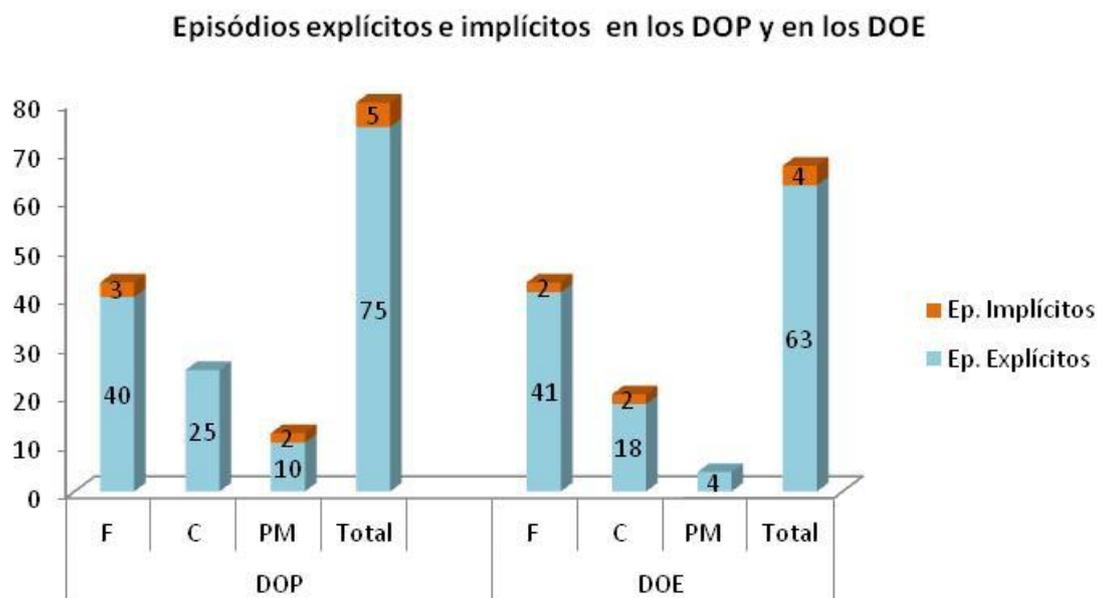


Figura 9: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión (Finalidades (F), Conocimientos (C) e Procedimientos Metodológicos (PM)), en los DOP y en los DOE.

Al observar el gráfico de la figura 9, podemos ver bien lo vinimos diciendo, casi todos los episodios identificados son explícitos. En los DOP, 75 episodios explícitos y 5 implícitos, y en los DOE, 63 episodios explícitos y 4 implícitos. Observando el gráfico, aparentemente, los DOP parecen ser más explícitos que los DOE con respecto al enfoque CTSA, porque tienen más episodios explícitos. A pesar de este hallazgo, la relación entre los episodios explícitos e implícitos en ambos documentos (DOP y DOE) es bastante idéntica. En los DOP, los episodios explícitos corresponden a un 93,8% del total de episodios identificados, y los episodios implícitos corresponden a un 6,3%. En los DOE, los episodios explícitos corresponden a un 94% del total de episodios identificados, y los episodios implícitos representan un 6%. Estos resultados nos permiten decir que, tanto en DOP, como en los DOE, las referencias a la perspectiva CTSA están claramente expresadas y pueden ser fácilmente percibidas por los profesores.

Veamos, ahora, el número de episodios explícitos e implícitos identificados en los dos documentos, pero discriminados por dimensión/indicadores.

El gráfico de la figura 10 muestra estos datos en lo que se refiere a la dimensión *Finalidades*.

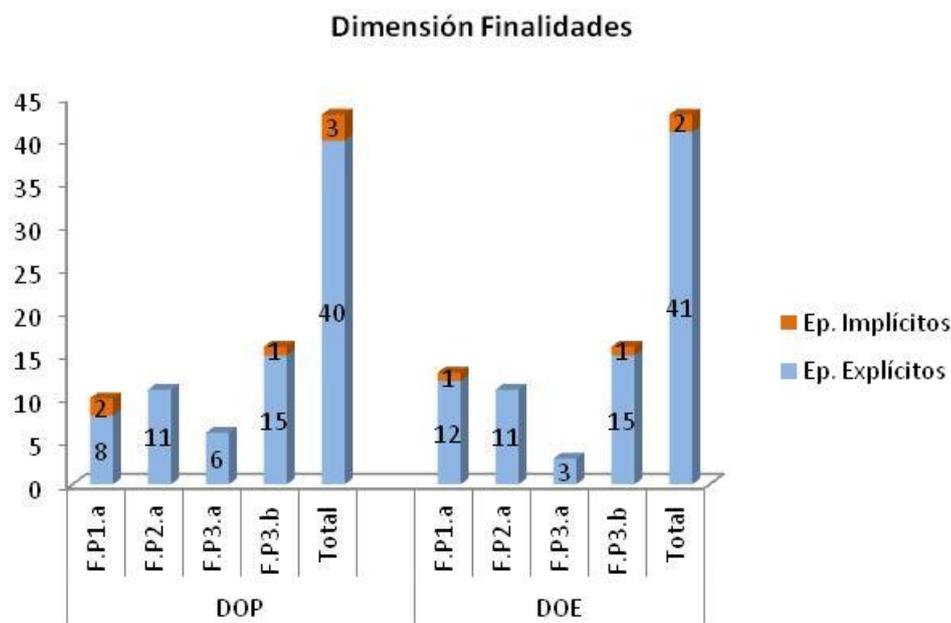


Figura 10: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Finalidades, en los DOP y en los DOE.

Como muestra el gráfico de la figura 10 es evidente el paralelismo entre el número de episodios por indicador y también el grado con que están explícitos esos episodios (explícitos/implícitos) en los dos documentos (DOP y DOE). También, se percibe fácilmente, que ambos enfatizan la necesidad de promover la participación de los alumnos en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del medio ambiente (indicador F.P3.b), así como para fomentar el desarrollo de principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivos (F.P2.a.). Es decir, tanto los DOP, como los DOE, parecen valorar las mismas competencias y tener las mismas preocupaciones sociales y ambientales, pues se han identificado varias evidencias que apuntan a la necesidad de desarrollar en los estudiantes principios y normas de conducta responsables y conscientes, sean individuales o colectivas. De igual forma, parece que las Directrices Curriculares de los dos países señalan, y explícitos con el mismo grado, la necesidad de

desarrollar decisiones conscientes e informadas frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente, así como el compromiso del alumno en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente, pero están restringidos a nivel local. Volvemos a repetir que, los resultados permiten decir que los profesores portugueses y españoles tienen referencias no sólo claras, sino también en número considerable, sobre *por qué enseñar Ciencia* desde la perspectiva CTSA.

El gráfico de la figura 11 muestra el número de episodios explícitos e implícitos por indicador, identificados en los DOP y en los DOE, en lo que se refiere a la dimensión *Conocimientos*.

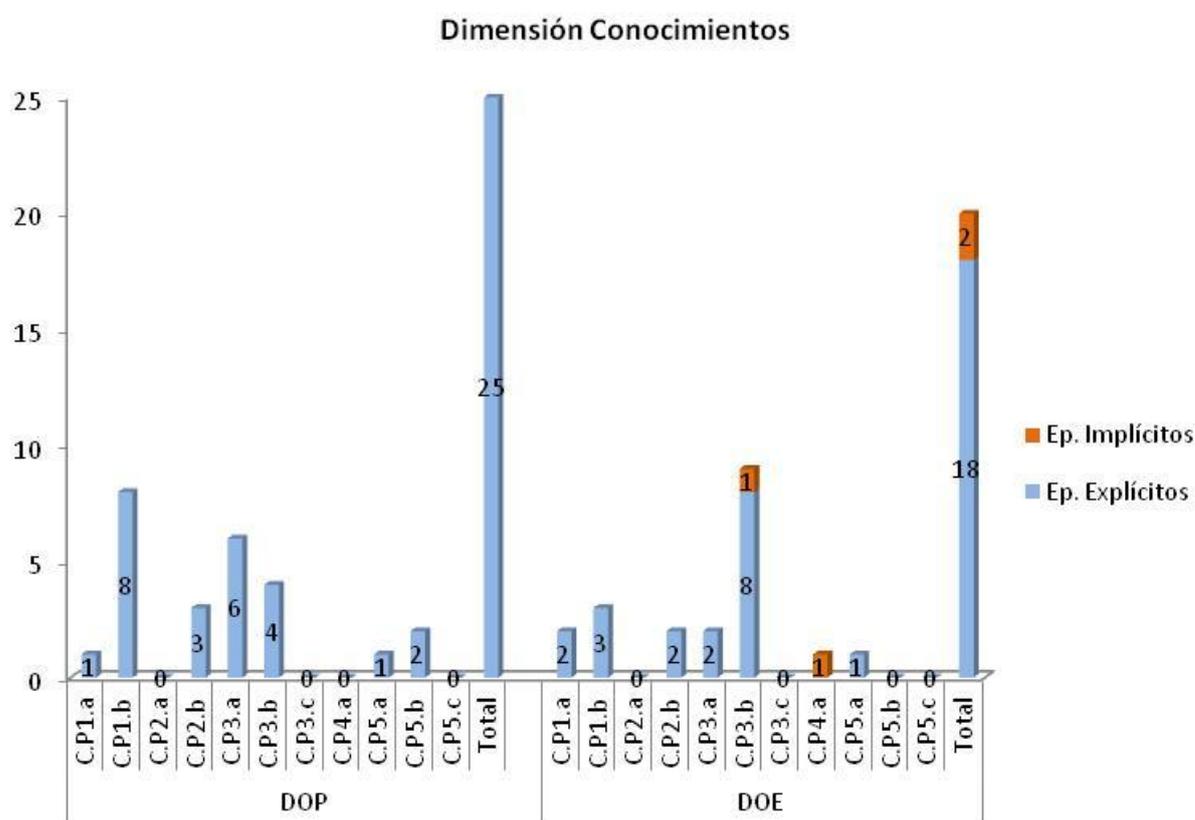


Figura 11: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Conocimientos, en los DOP y en los DOE.

Al comparar los Documentos Oficiales de Portugal y España, respecto a la dimensión Conocimientos (C), relacionada con los contenidos CTSA considerados esenciales para los alumnos (gráfico en la figura 11), una vez más se percibe un gran paralelismo entre las Directrices Curriculares de los dos países. Fueron identificados

pocos episodios en los dos documentos, pero todos explícitos en los DOP, y casi todos explícitos en los DOE. También se verifica cierto paralelismo en cuanto a los indicadores que tienen más episodios o, incluso, ausencia de episodios.

A pesar del evidente paralelismo, en esta dimensión, los DOP expresan más ideas CTSA con respecto a la discusión de temas científicos en función de su utilidad social (indicador C.P1.b.) y las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología (indicador C.P3.a), dando así bastante realce a temas CTSA que permiten que la Ciencia sea más motivadora, interesante y útil para los alumnos, y menos alejada de la realidad, lo que les permite tomar decisiones y resolver problemas a nivel de la Tecnología, Sociedad y Ambiente. A su vez, los DOE, aunque también expresan ideas CTSA relacionadas con la utilidad social de temas científicos (indicador C.P1.b.), enfatizan más los cambios en las condiciones de vida de las personas relacionados con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos (indicador C.P3.b), tal vez porque este tema sea parte del programa de Educación Primaria del 3^{er} Ciclo en España y, por lo tanto, ponen en relieve la influencia de los avances de la Ciencia y la Tecnología en las condiciones de vida de las personas.

En lo que respecta al *qué Ciencia enseñar* (dimensión *Conocimientos*), tanto en los DOP, como en los DOE, se identificaron varias referencias claras y evidentes que apuntan a la necesidad de contextualizar la enseñanza de las Ciencias teniendo en cuenta los conocimientos previos de los alumnos y su día a día (indicador C.P1.a), y las ventajas y límites del conocimiento científico-tecnológico, pero omiten sus impactos en la Sociedad y Ambiente (indicador CP2.b). De realzar, en los dos documentos, la necesidad de abordar la naturaleza y la historia de la ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo de los tiempos, en relación con la Ciencia como una construcción social que busca resolver los problemas reales de la vida cotidiana (indicador C.P5.a), lo hacen de manera puntual y aislada.

En relación con la naturaleza del conocimiento científico, en los DOP, se han identificado algunas referencias claras al carácter no dogmático del conocimiento científico (indicador C.P5.b), indicando que la construcción del conocimiento científico es provisional y evolutivo.

Respecto a la exploración de los contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las inter-relaciones CTSA (indicador C.P4.a), no fue identificada ninguna referencia en los DOP. En los DOE,

aparece señalada de forma implícita y aislada sólo una referencia que sugiere que el conocimiento científico debe abordarse de forma articulada con otras áreas del conocimiento, lo que requiere una comprensión de las relaciones CTSA.

Al observar el gráfico de la figura 11, también podemos ver que, tanto los DOP como los DOE, omiten aspectos relacionados con: (i) situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas (indicador C.P2.a); (ii) impactos de la Sociedad y Ambiente en los avances científicos y tecnológicos (indicador C.P3.c), y (iii) el trabajo de los científicos (C.P5.c.). Los documentos no hacen referencias acerca de: (i) la influencia y avances que la Ciencia y la Tecnología han experimentado frente a las presiones, negativos o positivos, de la Sociedad y del Ambiente; (ii) las situaciones socio-ambientales, pasadas o recientes, en las que fue necesario investigar nuevas soluciones científicas y tecnológicas; y (iii) cuestiones éticas y morales relacionadas con el trabajo de los científicos y la posibles presiones que puede sufrir.

Como se ha mencionado antes, los datos permiten percibir el paralelismo en los documentos de los dos países, con respecto a la ausencia de episodios en algunos indicadores, o el reducido número en otros. Este paralelismo nos permite reconocer el logro en los aspectos relacionados con: (i) la discusión de las cuestiones socio-científicas controvertidas; (ii) la naturaleza de la Ciencia; (iii) las relaciones recíprocas CTSA, (iv) el carácter y la construcción del conocimiento científico, y (v) las características y valores ético-morales de los científicos y su trabajo. Estos aspectos son más difíciles de implementar porque se consideran más complejos y, por lo tanto, su adaptación al nivel de la Educación Primaria requiere especial atención y cuidado.

El resultado de este análisis, nos ha puesto de manifiesto que ambos documentos presentan algunas referencias CTSA claras y evidentes esencialmente relacionados tanto con la utilidad de la Ciencia y la Tecnología, como con las relaciones entre la Ciencia y la Tecnología también muestran la influencia de sus avances en los cambios sociales. Sin embargo, están poco explícitos, y/o omiten los aspectos relacionados con la naturaleza de la Ciencia (el carácter y la construcción del conocimiento científico, las características y los valores éticos y morales de los científicos, el trabajo colectivo de científicos, etc...) y la discusión de cuestiones científicas socialmente controvertidas y pertinentes, en particular, aquellas en las cuales la Sociedad y el Ambiente influyen en el progreso de la Ciencia y la Tecnología.

Sin embargo, podemos decir que las referencias CTSA, relacionados con *qué Ciencia enseñar* (dimensión del conocimiento), pueden ser claramente entendidas por cualquier profesor que consulte estos documentos (DOP y DOE), a pesar de que son pocas y no se refieren a todos los indicadores presente en el instrumento de análisis.

El gráfico de la figura 12 muestra el número de episodios explícitos e implícitos por indicador, identificados en los DOP y en los DOE, en relación a la dimensión *Procedimientos Metodológicos*.

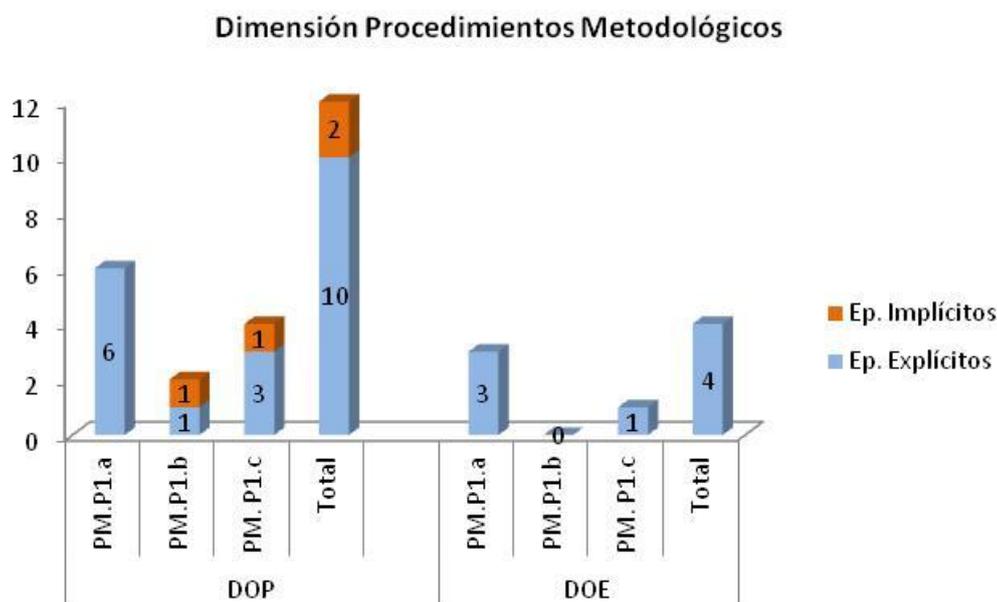


Figura 12: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión Procedimientos Metodológicos en los DOP y en los DOE.

En relación a la dimensión *Procedimientos Metodológicos* (PM), el gráfico de la figura 12 nos indica que, a pesar de no haberse identificados muchos episodios CTSA, son en su mayoría explícitos. Incluso en el caso de los DOE son exclusivamente explícitos. Sin embargo, y a pesar de considerarlos insuficientes en ambos documentos son más numerosos en los DOP (recordamos que la mayoría de estos episodios se refiere al indicador PM.P1.a. - *uso y manejo de diferentes recursos dentro y fuera del aula* - que no se relaciona directamente con la perspectiva CTSA, aunque permita desarrollar competencias necesarias para su comprensión).

Los DOP hacen pocas sugerencias para llevar a cabo actividades prácticas, experimentales, de laboratorio, salidas de campo, etc., para explorar las relaciones CTSA (indicador PM.P1.b) o actividades que involucran a los alumnos en debates,

resolución de problemas, discusiones e investigaciones sobre temas donde se manifieste las interacciones CTSA (indicador PM.P1.c), y cuando lo hacen, por lo general se refieren a situaciones relacionadas con el medio ambiente, en los DOE, estas sugerencias son casi inexistentes (sólo 1 episodio explícito del indicador PM.P1.c.).

Estos resultados nos permiten ver que estos documentos orientan poco a los profesores de la necesidad de implementar estrategias y actividades de enseñanza de índole CTSA.

De hecho, de acuerdo con los resultados presentados y el marco teórico establecido, reconocemos que los Documentos Oficiales Curriculares analizados realzan claramente la *Educación en Ciencia* (relacionada con los conocimientos científicos y las relaciones entre ellos) y la *Educación por la Ciencia* (relacionada la capacidad de aprender a hacer Ciencia, desarrollo de actitudes y valores que contribuyen a la formación social de los estudiantes como ciudadanos activos, responsables y conscientes). La *Educación sobre la Ciencia* (relacionada con la capacidad de distinguir el conocimiento científico de otras formas de conocimiento lo que requiere la comprensión de las relaciones CTSA y la comprensión del proceso de construcción del conocimiento científico y tecnológico) es menos enfatizada.

De lo anterior, podemos decir que los Documentos Oficiales Curriculares de Portugal y España, no están totalmente de acuerdo con las recomendaciones sugeridas internacionalmente (descritas en el capítulo 2), que dan énfasis a la introducción en los currículos de los aspectos relacionados con la naturaleza de la Ciencia y las relaciones CTSA, ya que, aunque son explícitos acerca de algunas referencias CTSA, estos documentos enfatizan poco y/o omiten algunos aspectos de estos aspectos.

Terminamos presentando una tabla donde se puede apreciar una visión global y comparativa del número de episodios explícitos (E) e implícitos (I), por indicador para cada dimensión, Finalidades (F), Conocimientos (C) y Procedimientos Metodológicos (PM), para los Documentos Oficiales Portugueses - DOP y los Documentos Oficiales Españoles - DOE (tabla 19).

Tabla 19: Numero de episodios explícitos e implícitos, por parámetro e indicador, contemplados en los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y en los Documentos Oficiales Españoles (DOE).

			DOP						DOE					
Dimensión/Parámetro/Indicador			E		I		Total		E		I		Total	
Finalidades (F)	F.P1 – Desarrollo de capacidades.	F.P1.a	8	10,0%	2	2,5%	10	12,5%	12	17,9%	1	1,5%	13	19,4%
	F.P2 – Desarrollo de actitudes y valores.	F.P2.a	11	13,8%	0	0,0%	11	13,8%	11	16,4%	0	0,0%	11	16,4%
	F.P3 – Educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente	F.P3.a	6	7,5%	0	0,0%	6	7,5%	3	4,5%	0	0,0%	3	4,5%
		F.P3.b	15	18,8%	1	1,3%	16	20,0%	15	22,4%	1	1,5%	16	23,9%
Total/Finalidades			40	50,0%	3	3,8%	43	53,8%	41	61,2%	2	3,0%	43	64,2%
Conocimientos (C)	C.P1 - Relacionados con el enfoque de temas	C.P1.a	1	1,3%	0	0,0%	1	1,3%	2	3,0%	0	0,0%	2	3,0%
		C.P1.b	8	10,0%	0	0,0%	8	10,0%	3	4,5%	0	0,0%	3	4,5%
	C.P2 - Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos	C.P2.a	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
		C.P2.b	3	3,8%	0	0,0%	3	3,8%	2	3,0%	0	0,0%	2	3,0%
	C.P3 – Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales	C.P3.a	6	7,5%	0	0,0%	6	7,5%	2	3,0%	0	0,0%	2	3,0%
		C.P3.b	4	5,0%	0	0,0%	4	5,0%	8	12,0%	1	1,5%	9	13,5%
		C.P3.c	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	C.P4 - Diversidad de temas y contenidos.	C.P4.a	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	1,5%	1	1,5%
	C.P5 – Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico	C.P5.a	1	1,3%	0	0,0%	1	1,3%	1	1,5%	0	0,0%	1	1,5%
		C.P5.b	2	2,5%	0	0,0%	2	2,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
		C.P5.c	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Total/Conocimientos			25	31,3%	0	0,0%	25	31,3%	18	26,9%	2	3,0%	20	29,9%
Procedimientos Metodológicos (PM)	PM.P1 – Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de la enseñanza	PM.P1.a	6	7,5%	0	0,0%	6	7,5%	3	4,5%	0	0,0%	3	4,5%
		PM.P1.b	1	1,3%	1	1,3%	2	2,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
		PM.P1.c	3	3,8%	1	1,3%	4	5,0%	1	1,5%	0	0,0%	1	1,5%
Total/Procedimientos Metodológicos			10	12,5%	2	2,5%	12	15,0%	4	6,0%	0	0,0%	4	6,0%
Total/Documentos Oficiales			75	93,8%	5	6,3%	80	100%	63	94,0%	4	6,0%	67	100%

4.2. Perspectiva CTSA en los Libros de texto de Ciencias Portugueses y Españoles (2ª fase del estudio)

En el análisis de los libros de texto portugueses y españoles se adoptaron los mismos procedimientos (ver sección 6.1.2, capítulo 3). En el caso de los libros de texto de Ciencias portuguesas de 5º curso, por las razones ya referidas, se presentan los resultados del análisis realizado en un estudio anterior (Fernandes, 2011) que utilizaremos junto con los resultados del análisis a los libros de texto de Ciencias portuguesas de 6º curso, para comparar con los datos obtenidos en el análisis de los libros de texto de Ciencias españolas de 5º y 6º curso de Educación Primaria.

En la presentación de los resultados, primero damos a conocer los datos globales (número de episodios CTSA identificados en los libros de texto) en función de las dos dimensiones, dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) y dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*), consideradas en el instrumento de análisis (tabla 4). Después se hace una discriminación del número de episodios explícitos e implícitos por indicador/dimensión. Por último, haremos una discusión conjunta de los datos obtenidos para los libros de texto portugueses (LTP) y para los libros de texto españoles (LTE).

4.2.1. Perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de Ciencias de 5º curso

Del análisis realizado a los libros de texto portugueses de 5º curso podemos observar que todos contemplan la perspectiva CTSA, aunque de manera diferente (tabla 20).

Tabla 20: Incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de 5º curso

Incorporación de la Perspectiva CTSA		Libros de texto portugueses (5º curso)					
		5ºMP1	5ºMP2	5ºMP3	5ºMP4	5ºMP5	5ºMP6
Presente	De forma integrada en los contenidos didácticos y en las actividades propuestas a lo largo de las diferentes unidades temáticas	x	x				x
	En secciones propias denominadas CTSA o con otras denominaciones	x	x	x	x	x	x
Ausente		----	----	----	----	----	----

En los libros 5°MP1, 5°MP2 y 5°MP6 (ver sección 3.5), la perspectiva CTSA está presente de forma integrada en los contenidos didácticos y/o en las actividades propuestas a lo largo de las diferentes unidades temáticas, así como en secciones propias denominadas CTSA. En los libros de texto 5°MP3, 5°MP4 y 5°MP5 se encuentra en secciones denominadas CTSA o con otras denominaciones, independientes y en general al final o al inicio de las unidades, transmitiendo la idea de ser algo «aparte».

Parece extraño que los libros 5°MP1, 5°MP2 y 5°MP6, donde el enfoque CTSA aparece integrado en los contenidos didácticos y/o en las actividades propuestas, aparezcan además secciones designadas CTSA. No entendemos esta duplicación, por qué los autores de estos libros consideran que la perspectiva CTSA debe efectuarse en secciones propias, expresando relaciones CTSA, más o menos claras, a lo largo de las unidades didácticas. En estas secciones CTSA (e incluso con otras denominaciones), a veces distribuidas en las distintas unidades temáticas y otras veces al final de las mismas, nos dimos cuenta que la perspectiva CTSA estaba integrada y relacionada con los contenidos científicos. Tal vez los autores de estos libros consideren la educación CTSA tan importante en la instrucción de los niños de estas edades (10-12 años) que consideraron necesario enfatizarla en secciones independientes o propias. También tenemos que admitir otra hipótesis, los autores no son conscientes de que a la hora de elaborar el texto y actividades han expresado relaciones CTSA.

Independientemente de cómo se incorpora el enfoque CTSA en los libros de texto de 5° curso, a lo largo de las unidades temáticas o en secciones propias, no siempre es hecha de forma explícita con el mismo grado. En la siguiente sección se presentan los resultados del análisis de los libros de texto portugueses de 5° curso de Ciencias que permitió evaluar, además del número y representatividad de indicadores contemplados, la naturaleza y el grado con el que están explícitos esos indicadores.

Resultados del análisis de los libros de texto portugueses de Ciencias de 5° curso:

El análisis de los libros de texto portugueses de 5° curso permitió observar que la perspectiva CTSA está presente en la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) y en la dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*), aunque no con igual representatividad. Esos resultados se muestran en la tabla 21.

Tabla 21: Número de episodios por dimensión en los libros de texto portugueses de 5º curso.

Dimensión	LTP
A – Discurso e información proporcionada	155
B – Actividades de enseñanza/aprendizaje	42
Total	197

Los resultados muestran que se identificaron 197 episodios, siendo la dimensión A más representativa, con 155 episodios, y la dimensión B menos representativa, con 42 episodios.

Para una mejor percepción de los resultados añadimos una presentación de los datos en una gráfica (figura 13), esto permite observar de forma más fácil y claramente perceptible, el número de episodios por indicador/dimensión identificados en los libros analizados.

Observando cada uno de los libros y teniendo en cuenta por separado las dos dimensiones de análisis, podemos apreciar que en el conjunto de los libros de texto analizados, existen ciertos indicadores que predominan sobre otros.

El libro 5ºMP6 tiene 38 episodios relacionados con la dimensión A, siendo los indicadores más representados el A4 (*Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales*) con 12 episodios, y el A9 (*Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de la interacción CTSA así como el pensamiento crítico*), con 10 episodios. En la dimensión B, en un total de 14 episodios, 12 son del indicador B2 (*Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico*) y 2 del indicador B3 (*Propone actividades prácticas, experimentales, de laboratorio...para explorar, comprender y evaluar la interrelación CTSA, principalmente las que puedan interferir en la vida personal de los alumnos y su futuro*).

En el libro 5ºMP1, en relación a la dimensión A, el indicador más identificado es el A4, con 13 episodios, seguido por el A9, con 11 episodios. En total, en este libro se identifican 39 episodios que se refieren a esta dimensión. La dimensión B cuenta con 8 episodios, de los cuales 6 son del indicador B2. Este libro es el que contiene más

variedad de indicadores. De los 9 indicadores que componen la dimensión A, se identificaron 8 y de los 4 indicadores que componen la dimensión B, se identificaron 2.

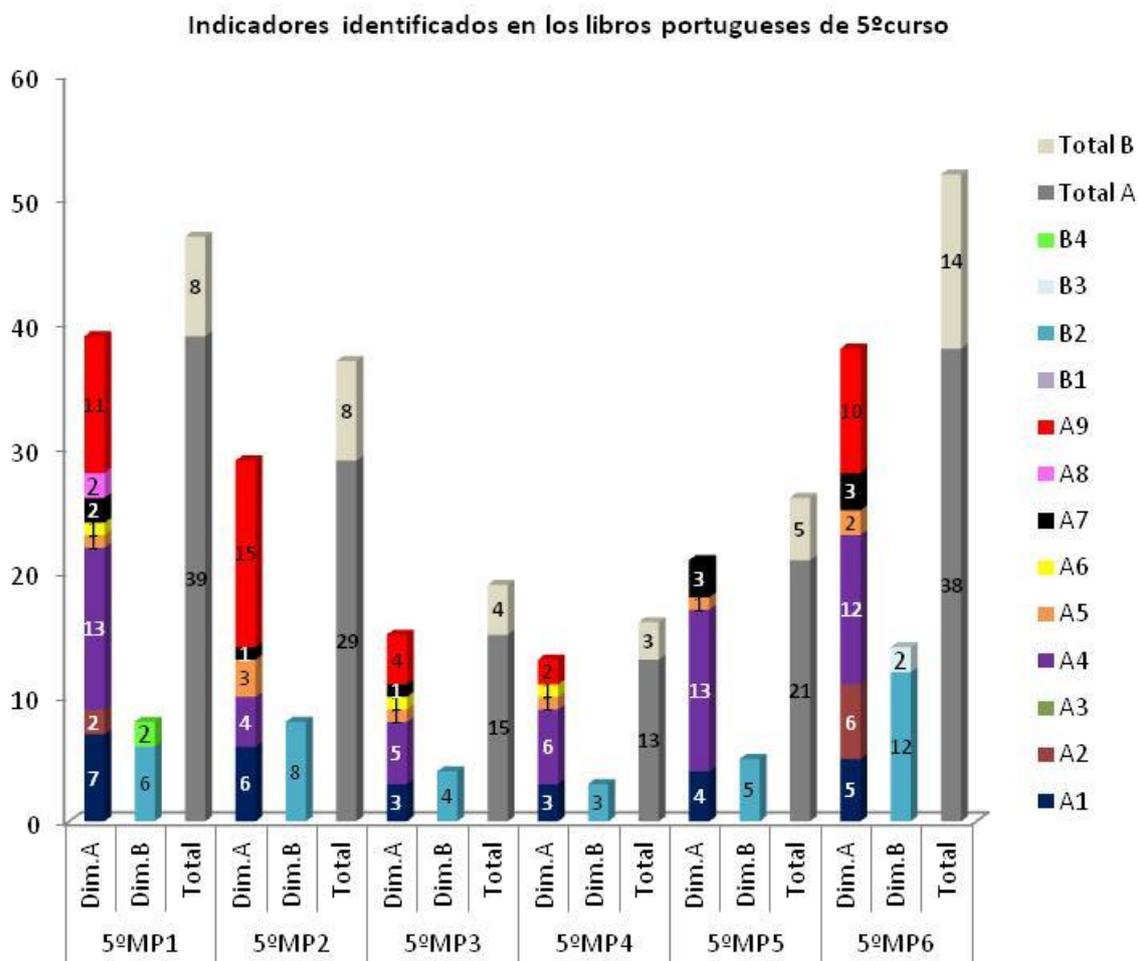


Figura 13: Número de indicadores por dimensión (A y B) identificados en los libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias.

En el libro 5ºMP2, la dimensión A contiene 29 episodios, siendo el indicador más identificado el A9, con 15 episodios. En relación a la dimensión B, se identifican 8 episodios pertenecientes al indicador B2. Aunque el número de episodios de la dimensión B sea razonable, se refieren al mismo indicador, B2.

El libro 5ºMP5, aunque presente 26 episodios, es el que tiene menos indicadores, sólo 5 en total, 4 de dimensión A y 1 de la dimensión B. Sin embargo, el indicador A4 está bien representado, con 13 episodios.

Los libros 5ºMP3 y 5ºMP4 son aquellos en los que se ha identificado un menor número de episodios CTSA, 19 en el 5ºMP3 y sólo 16 en el 5ºMP4. A pesar del

reducido número de episodios, hay cierta variedad de indicadores con respecto a la dimensión A con 6 y 5 indicadores, respectivamente. En relación a la dimensión B, al igual que sucede en los otros libros (con la excepción del 5ºMP donde hay variedad de dos indicadores) solamente está representado el indicador B2.

No siempre la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de 5º curso está explícita con el mismo grado. Para clarificar esos datos se presentan los gráficos de las figuras 14 y 15, en los que se dan cuenta del número de episodios CTSA, explícitos e implícitos, por libro de texto (figura 14), y discriminados por dimensión en cada libro (figura 15).

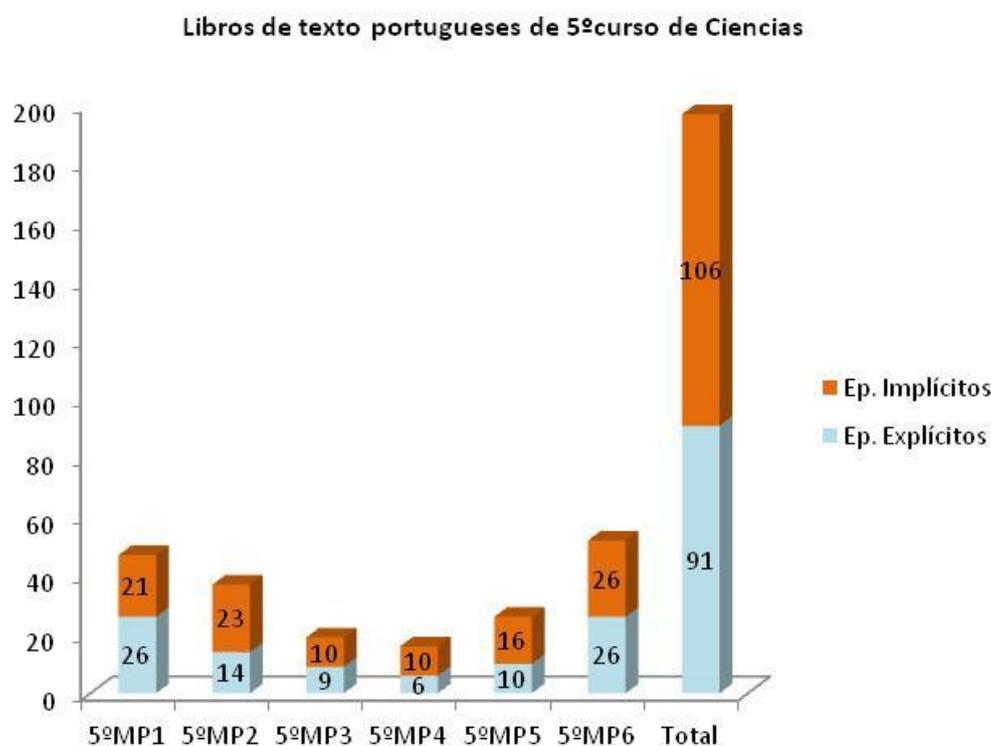


Figura 14: Número de episodios explícitos e implícitos en los libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias.

El gráfico de la figura 14 pone de manifiesto que, en los 6 libros considerados, de los 197 episodios identificados, 106 son implícitos y sólo 91 son explícitos, y el número de episodios explícitos/implícitos varía por libro. Estos datos nos permiten dar otra conclusión, a pesar del número relevante de episodios por indicador en algunos libros de texto, muchos de ellos son implícitos, lo que significa que las relaciones CTSA

no se expresan con claridad y, por tanto, no son claramente perceptibles a los profesores y/o alumnos.

Como hemos dicho que el libro que incluye más episodios es el 5ºMP6, con 52 episodios, con igual número de episodios implícitos que explícitos. Sin embargo, el libro 5ºMP1, con 47 episodios, cuenta con más episodios explícitos que implícitos (26 explícitos y 21 implícitos). El libro 5ºMP2, con 37 episodios, sólo tiene 14 explícitos y 23 implícitos. En los demás libros (5ºMP3, 5ºMP4, 5ºMP5) el número de episodios implícitos es superior al número de episodios explícitos, siendo el libro 5ºMP4 el que incluye menos episodios, sólo 16 en el total, de los cuales 10 son implícitos.

El gráfico de la figura 15 da una percepción más pormenorizada de la distribución de los episodios explícitos e implícitos, por libro de texto para cada una de las dimensiones consideradas: *Discurso* (dimensión A) y *Actividades* (dimensión B).

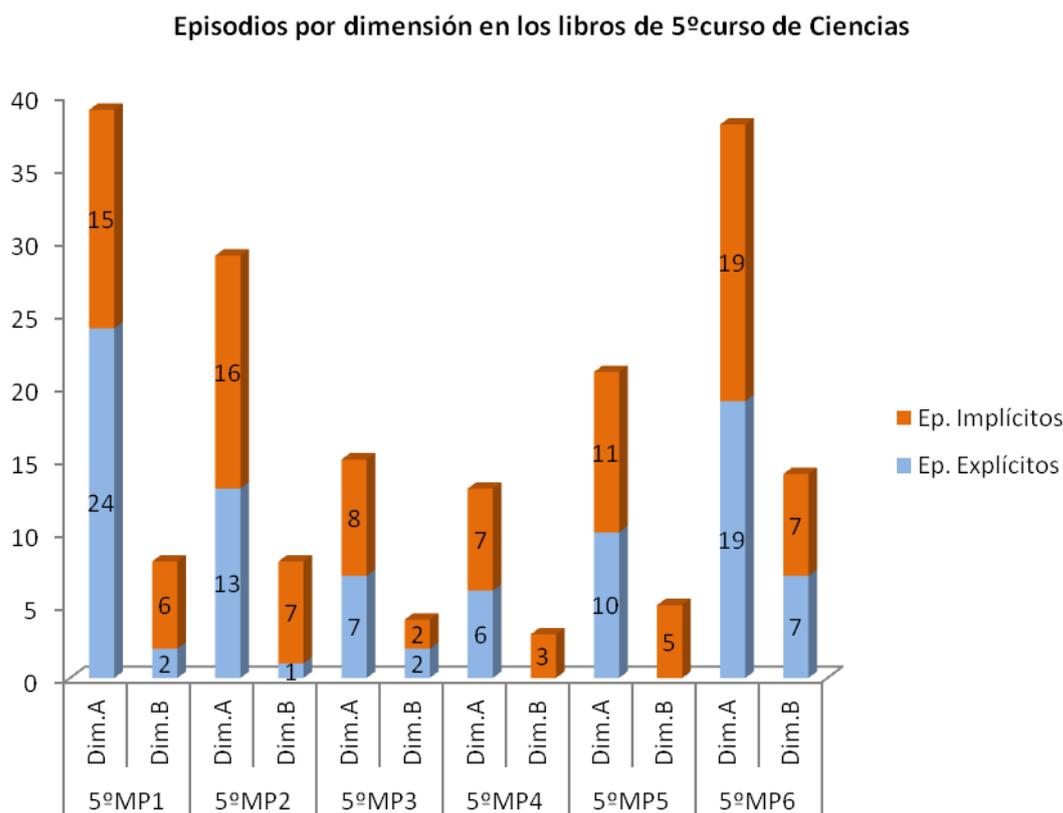


Figura 15: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión en los libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias.

A partir del gráfico de figura 15 se observa que, si bien el libro 5ºMP1 es el que utiliza un discurso e información (dimensión A) que promueve la Educación Científica

según la perspectiva CTSA, con 24 episodios explícitos (y 15 implícitos), seguido por el 5°MP6, con 19 episodios explícitos (e igual número de implícitos), y por el 5°MP2, con 13 episodios explícitos (y 16 implícitos), los que promueven más actividades de índole CTSA (dimensión B), son los libros 5°MP3 y 5°MP6, con 7 episodios explícitos (y 7 implícitos), seguido por el 5°MP1, con 2 episodios explícitos (y 6 implícitos) y por el 5°MP2, con 1 episodio explícito (y 7 implícitos).

En la tabla 22 se presenta una visión general de todos los datos obtenidos en el análisis de los libros de texto portugueses de Ciencias, de 5° curso, con respecto a la perspectiva CTSA. Se puede apreciar una visión global del número de episodios explícitos (E) e implícito (I) por dimensión y por indicador.

Tabla 22: Episodios explícitos e implícitos por indicador, contemplados en los libros de texto portugueses de 5° curso (Fernandes, 2011).

		Indicadores (n = 13)													Total episodios por libro	
Libro	Episodio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4		
5°MP1	E	7	0	0	7	1	1	1	2	5	0	0	0	2	26	47
	I	0	2	0	6	0	0	1	0	6	0	6	0	0	21	
5°MP2	E	4	0	0	3	3	0	0	0	3	0	1	0	0	14	37
	I	2	0	0	1	0	0	1	0	12	0	7	0	0	23	
5°MP3	E	3	0	0	1	0	1	0	0	2	0	2	0	0	9	19
	I	0	0	0	4	1	0	1	0	2	0	2	0	0	10	
5°MP4	E	3	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	6	16
	I	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	3	0	0	10	
5°MP5	E	3	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	10	26
	I	1	0	0	8	0	0	2	0	0	0	5	0	0	16	
5°MP6	E	4	2	0	7	1	0	1	0	4	0	6	1	0	26	52
	I	1	4	0	5	1	0	2	0	6	0	6	1	0	26	
Total episodios por indicador	E	24	2	0	23	7	3	3	2	15	0	9	1	2	197	
	I	4	6	0	30	2	0	7	0	27	0	29	1	0		
	T	28	8	0	53	9	3	10	2	42	0	38	2	2		

En el conjunto de los libros de texto portugueses de 5° curso examinados, de los 13 indicadores incluidos en el instrumento de análisis, hemos identificado 11, 8 de la dimensión A y 3 de la dimensión B. Sin embargo, el número de episodios identificados en algunos indicadores es muy reducido y otros son en su mayoría implícitos.

En relación a la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*), el indicador con más episodios es el A4 (*Permite desarrollar una actitud crítica y*

fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales) con 53 episodios, seguido por el indicador A9 (*Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de la interacción CTSA así como el pensamiento crítico*) con 42 episodios y por el indicador A1 (*Explora los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social*) con 28 episodios. El indicador A3 (*En cuanto a la Ciencia y la Tecnología anima a los estudiantes a: exponer ideas de forma independiente y voluntaria, cambiar de opinión, hacer analogías, dar explicaciones*) no manifiesta ningún episodio y los demás indicadores incluyen un número de episodios comprendido entre un mínimo de 2 y un máximo de 10, siendo el indicador A8 (*Expone prácticas experimentales explicando los métodos utilizados, aclarando los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, confrontando los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad*) el que incluye menos episodios (2 episodios).

Respecto a la dimensión B (Actividades de enseñanza/aprendizaje) el indicador que más episodios es el B2 (*Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico*) con 38 episodios, seguido por los indicadores B3 (*Propone actividades prácticas, experimentales, de laboratorio...para explorar, comprender y evaluar la interrelación CTSA, principalmente las que puedan interferir en la vida personal de los alumnos y su futuro*) y B4 (*Presenta, al final de las actividades propuestas, situaciones de aplicación al cotidiano de nuevos conocimientos, donde se manifieste la interacción CTSA*), con sólo 2 episodios cada uno. El Indicador B1 (*Presenta propuestas que involucran los alumnos en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico acerca de las cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA*) no manifiesta ningún episodio.

4.2.2. Perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de Ciencias de 6º curso

4.2.2.1. Introducción

Los libros de texto portugueses de Ciencias de 6º curso fueron identificados como 6ºMP1, 6ºMP2, 6ºMP3, 6ºMP4, 6ºMP5 y 6ºMP6 (ver sección 3.5).

La primera lectura hecha a los libros de texto de 6º curso nos permitió verificar que la perspectiva CTSA estaba presente en todos ellos, como ha ocurrido en los libros de texto de 5º curso de Ciencias. Estos resultados se muestran en la tabla 23.

Tabla 23: Incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses de 6º curso

Incorporación de la Perspectiva CTSA		Libros de texto portugueses (6º curso)					
		6ºMP1	6ºMP2	6ºMP3	6ºMP4	6ºMP5	6ºMP6
Presente	De forma integrada en los contenidos didácticos y en las actividades propuestas a lo largo de las diferentes unidades temáticas	x	x				x
	En secciones propias denominadas CTSA o con otras denominaciones	x	x	x	x	x	x
Ausente		----	----	----	----	----	----

Al igual que ocurrió con los libros de texto de 5º curso, también en algunos libros de 6º curso, 6ºMP1, 6ºMP2 y 6ºMP6, la perspectiva CTSA aparece integrada en los contenidos didácticos y/o en las actividades propuestas a lo largo de las diferentes unidades temáticas, así como en secciones propias denominadas CTSA. En los libros de texto 6ºMP3, 6ºMP4 y 6ºMP5 se encuentra en secciones denominadas CTSA o con otras denominaciones.

También nos ha parecido extraño que en los libros 6ºMP1, 6ºMP2 y 6ºMP6, donde el enfoque CTSA aparece integrado en los contenidos didácticos y/o en las actividades propuestas, aparezcan secciones designadas CTSA. Como los libros de texto portugueses de 5º y 6º curso de Ciencias representan las mismas editoriales y los autores son los mismos, una vez más, no entendemos por qué estos autores consideran que la perspectiva CTSA debe ser explorada en secciones propias, cuando expresan relaciones CTSA, más o menos claras, a lo largo de las unidades didácticas. Como hemos señalado antes, tal vez los autores de estos libros consideren necesario enfatizar la educación CTSA en secciones propias debido a las edades de los alumnos, o, aún, que no han sido conscientes de que a la hora de elaborar el texto y actividades han expresado relaciones CTSA.

Después de poner de manifiesto que la perspectiva CTSA estaba presente en los libros de texto de 6º curso, tratamos de saber de qué forma estaba contemplada por

dimensión (dimensión A - *Discurso e información proporcionada* y dimensión B - *Actividades de enseñanza/aprendizaje*). Estos resultados se muestran en la tabla 24.

Tabla 24: Número de episodios por dimensión en los libros de texto portugueses de 6º curso.

Dimensión	LTP
A – Discurso e información proporcionada	105
B – Actividades de enseñanza/aprendizaje	30
Total	135

Se identificaron 135 episodios, siendo la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) la más representativa, con 105 episodios, y la dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*) la menos representativa, con 30 episodios.

Estos resultados generales parecen indicar que los libros de texto portugueses de 6º curso proporcionan, a los profesores y estudiantes, un discurso con enfoque CTSA. Sin embargo, la perspectiva CTSA no está igualmente representada en el discurso de los diferentes libros, como podemos ver a continuación. Además, las actividades de enseñanza/aprendizaje con sugerencias CTSA están mucho menos presentes y en número reducido. Parece que los autores de los libros de texto tienen más dificultades en proponer sugerencias de actividades de enseñanza/aprendizaje según la perspectiva CTSA que en incorporar esta perspectiva en la información que proporcionan (discurso que utilizan). Creemos que esto se debe, en particular, a la falta de formación de los autores en CTSA, y no a la falta de sensibilidad en relación a las interacciones entre Ciencia/Tecnología/Sociedad/Ambiente.

Después de verificar el número de episodios por dimensión en los distintos libros, tratamos de saber cuál es el libro con más episodios por indicador. Al apreciar el gráfico de la figura 16, podemos ver los indicadores identificados por libro y el número de episodios por indicador, en ambas dimensiones consideradas.

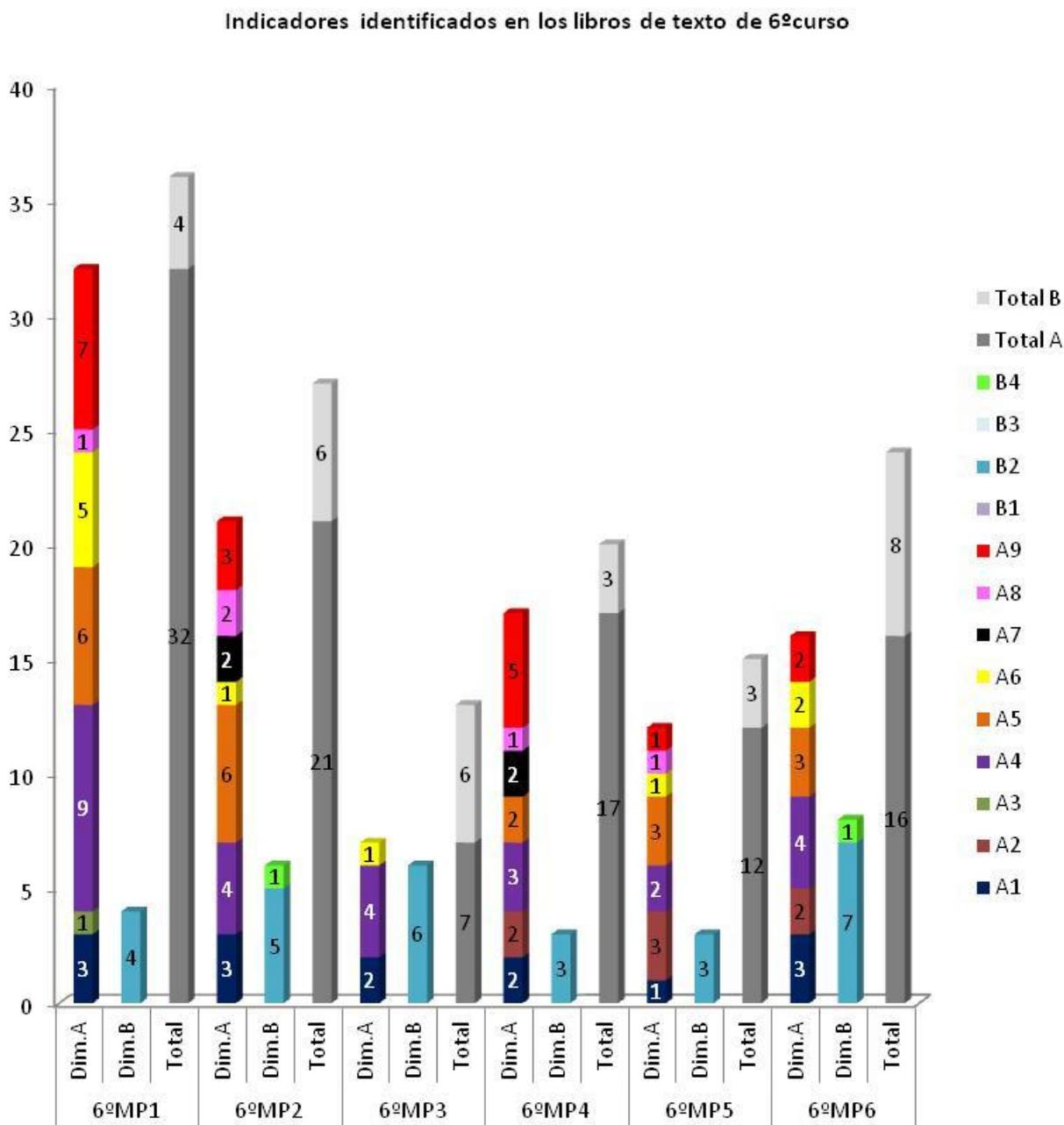


Figura 16: Número de indicadores por dimensión (A y B) identificados en los libros de texto portugueses de 6º curso de Ciencias.

Considerando por separado las dos dimensiones de análisis, podemos observar que dentro del conjunto de los libros de texto de 6º curso analizados, el libro 6ºMP1 en la dimensión A tiene 32 episodios, siendo el indicador A4 (*Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales*) el más representado, con 9 episodios, y los indicadores A3 (*En cuanto a la Ciencia y la Tecnología anima a los estudiantes a: (i) exponer ideas de forma*

independiente y voluntaria, (ii) cambiar de opinión, (iii) hacer analogías, (iv) dar explicaciones) y A8 (Expone prácticas experimentales explicando los métodos utilizados, aclarando los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, confrontando los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad) los menos identificados, con sólo un episodio cada uno. En la dimensión B, las propuestas de actividades sólo se relacionan con el indicador B2 (Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico), con 4 episodios.

Respecto al número de episodios relacionados con la dimensión A, le sigue el libro 6°MP2 con 21 episodios, siendo los indicadores más identificados el A5 (*Da ejemplos de tecnologías recientes aplicadas en el cotidiano*) con 6 episodios, y el indicador A4 con 4 episodios. En la dimensión B, se identificaron 6 episodios, 5 del indicador B2 y 1 episodio de indicador B4 (*Presenta, al final de las actividades propuestas, situaciones de aplicación al día a día de nuevos conocimientos, donde se manifieste las interacciones CTSA*).

El libro 6°MP4, registra 17 episodios relacionados con la dimensión A, siendo el indicador más presente el A9 (con 5 episodios), y sólo tiene 3 episodios relacionados con la dimensión B, todos del indicador B2.

El libro 6°MP6, en la dimensión A registra 16 episodios, siendo el indicador más identificado el A4, con 4 episodios. En cuanto a la dimensión B, tiene un total de 8 episodios, 7 son del indicador B2 y sólo 1 del indicador B4. Destacamos que este libro es el que tiene más actividades CTSA propuestas, sin embargo, se refieren casi todas al indicador B2 que es el más destacado en los diferentes libros.

Los libros 6°MP5 y 6°MP3 son los que tienen menos episodios relacionados con la dimensión A (12 y 7, respectivamente), siendo el libro 6°MP3 uno de los que presenta actividades CTSA (dimensión B) en número apreciable (6 episodios), pero también sólo relacionadas con el indicador B2. Los libros 6°MP5 y 6°MP4, son los que proponen menos actividades CTSA, con sólo 3 episodios.

A modo de resumen, después de la presentación de estos datos, se puede decir que todos los libros de texto portugueses de 6° curso de Ciencias presentan evidencias de indicadores de las dimensiones A y B, aunque la presencia de algunos de ellos es muy reducida. El libro 6°MP2 es el que tiene evidencias de más indicadores, 9 en total,

7 de la dimensión A (A1, A4, A5, A6, A7, A8, A9) y 2 de la dimensión B (B2, B4) y el libro 6ºMP3 es el que evidencia menos indicadores, sólo 4 en el total, 3 de la dimensión A (A1, A4, A6) y 1 de la dimensión B (B2). Además, y al igual que ocurrió con los libros de texto de 5º curso, muchos de estos indicadores, en su mayor parte, son implícitos, es decir, en muchos episodios el enfoque CTSA no siempre se realiza con el mismo grado de claridad, como se muestra en la siguiente sección.

4.2.2.1. Naturaleza de los Episodios (explícitos/implícitos) contemplados en los libros de texto portugueses de 6º curso

La percepción, en los episodios de análisis, del grado con que están explícitas las ideas de los indicadores, considerados en el instrumento de análisis (tabla 4), nos parece fundamental en el caso de los libros de texto. Estos son utilizados principalmente por alumnos y, por lo tanto, la claridad de las ideas deben ser bastante evidentes para ser perceptible y comprendidas por ellos.

Consideramos importante tener en cuenta, y señalar, incluso los episodios implícitos (los que expresan la idea del indicador de forma poco definida, siendo las relaciones CTSA poco claras y precisas, pero donde es posible identificar una palabra, frase o imagen, que podría llevar a la interpretación del indicador) pues, como hemos indicado, traducen mensajes que un maestro conocedor de la perspectiva de CTSA puede aprovechar para interpretar y dar sentido a la idea planteada por estos episodios, reconociendo en ellos el potencial para trabajar y estudiar con los alumnos la relación entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente.

A continuación, presentamos algunos ejemplos de episodios de algunos indicadores identificados en los libros de texto portugueses de Ciencias de 6º curso (ver el análisis completo en la versión portuguesa, sección 4.2.2.1 del capítulo 4):

Indicador A1 (*Explora los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social*):

Como ejemplo de un episodio explícito veamos el siguiente texto:

Certas bactérias coagulam o leite, permitindo a obtenção do queijo, ou transformando-o em iogurte [relação Ciência-Sociedade-Ambiente] ...A indústria farmacêutica usa determinadas espécies de microrganismos para produzir antibióticos, vitaminas e vacinas [relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente] ...para a produção de biogás são utilizadas bactérias que decompõem os restos de animais e vegetais [relação Ciência-Sociedade-

Ambiente] ...Na agricultura, alguns micróbios são usados para o combate a pragas [relação Ciência-Sociedade-Ambiente] (6ºMP1, p. 173).

Los tópicos de Ciencias son explorados explícitamente en función de su utilidad social pues informan los alumnos de los beneficios de algunos microorganismos, siendo evidente el papel de la Ciencia y de la Tecnología en la calidad de vida.

Indicador A4 (*Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales*):

Como ejemplo de un *episodio explícito* veamos el siguiente texto:

Milhares de velhos computadores provenientes dos países ricos acabam numa lixeira de Acra, a capital do Gana. São desmontados por crianças, no meio de fumos tóxicos, para recuperação de metais...As chamas devoram tudo...a cada inspiração, o ar queima os pulmões. Este lugar é um cemitério de computadores e outros aparelhos elétricos usados, vindos do mundo inteiro...Crianças aos milhares, vivem dos desperdícios da era da internet e muitos morrerão por causa disso... Estes materiais contêm uma imensidade de metais pesados....Quando o plástico arde, as crianças inalam substâncias cancerígenas... (6ºMP1, p. 76).

El texto expresa la idea de un problema socio-ambiental y como los avances científicos y tecnológicos tienen impactos diferentes en el mundo de hoy. Por un lado, impactos positivos, para aquellos que tienen acceso a los ordenadores y otros aparatos eléctricos, por otro lado, impactos negativos, para los niños de los países menos desarrollados (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad). Junto con este texto en el margen superior izquierdo del libro, hay sugerencias metodológicas para el maestro para ayudarle a comprender y establecer las interrelaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Estas sugerencias informan que en la era del conocimiento, la Sociedad actual acelera su marcha hacia el progreso y la Tecnología y que hay una enorme cantidad de bienes disponibles, de fácil acceso, cuyo consumo es atractivo. Proponen una reflexión sobre aspectos como: los bienes producidos no llegan a todos (relación Tecnología-Sociedad); la evolución implica altos costos para el Planeta (relación Ciencia-Tecnología-Ambiente); el daño causado por los residuos afecta más las poblaciones más desfavorecidas (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente). Estas sugerencias están claras para los profesores, sin embargo, creemos que al ser una información que se encuentra al final de la unidad didáctica, puede pasar desapercibida

para muchos profesores y proporcionarles la idea de que es un contenido opcional y que no hace falta explorarlo.

Como ejemplo de un *episodio implícito del indicador A4*, veamos el siguiente texto:

Nos últimos anos tem aumentado a área florestal ocupada pelo eucalipto, o que está associado ao crescimento da indústria de pasta de celulose. O fabrico de papel é importante para a economia do nosso país, mas os especialistas discutem se este aumento é benéfico para a floresta portuguesa” (6°MP1, p. 131).

Este texto presenta información que permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales (crecimiento económico del país) y ambientales (agotamiento de los suelos de las florestas portuguesas debido al eucalipto), aunque lo hace de forma implícita y poco clara para los estudiantes. La exploración del texto permite que los estudiantes entiendan que el crecimiento de la industria del papel depende de la producción de eucaliptos (relación Tecnología-Ambiente). Por otro lado, también permite que el alumno se dé cuenta de que la producción del papel es importante para la economía (relación de Ambiente-Sociedad). Sin embargo, el texto no deja claro que el empobrecimiento del suelo se debe a las características del eucalipto y por ello los expertos discuten sobre el aumento de producción de eucalipto, que siendo tan importante para la industria y la economía, no es beneficioso para la flora portuguesa (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente).

Indicador A5 (*Da exemplos de tecnologias recentes aplicadas a la vida cotidiana*):

Como ejemplo de un episodio implícito veamos el siguiente texto:

O pâncreas produz uma substância chamada insulina, que regula o transporte e a assimilação de glicose – açúcar que fornece energia às células. Os doentes com diabetes tipo I produzem insulina em quantidade insuficiente ou em qualidade deficiente. Como resultado, as células do organismo não conseguem absorver, do sangue, o açúcar necessário, ainda que o seu nível se mantenha elevado. Por isso, estes pacientes precisam medir o seu nível de glicose no sangue e injetar insulina diariamente (6°MP2, p. 44, V1).

El texto es poco claro en relación a las técnicas recientes utilizadas en la vida diaria, pues aunque señale la necesidad que algunos pacientes tienen que inyectarse insulina,

no indica cuál es la técnica que les permite hacerlo. Sin embargo, muestra una imagen que ilustra un glucómetro, pero no dice que se trata de un dispositivo que se utiliza para medir la glucosa en la sangre. El texto no destaca la importancia que este instrumento tiene para los diabéticos. Tampoco esclarece al alumno que antiguamente un paciente con diabetes dependía únicamente de las pruebas de laboratorio para medir el nivel de glucosa. Pero gracias a los avances científicos y tecnológicos, en la actualidad existen tecnologías recientes, tales como los instrumentos que permiten a los diabéticos vigilar, desde su casa, problemas como estos, lo que les permite una mejor calidad de vida (relación Ciencia- Tecnología-Sociedad).

Indicador A6 (*Informa al alumno acerca de las ventajas y los límites de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología y sus impactos en la Sociedad y el Ambiente*):

Ejemplo de un *episodio explícito*:

...Como cada vez se cultivam mais OMG e mais se utilizam na indústria de alimentos e na alimentação de animais, há também mais necessidade de controlar e regulamentar as suas utilizações. Os investigadores não estão ainda de acordo quanto às vantagens destas técnicas: uns consideram que o seu efeito nos seres humanos não está suficientemente estudado e que é mais prejudicial do que benéfico, outros acham que só assim se poderá melhorar a segurança alimentar e salvar da fome os países subdesenvolvidos, tendo em conta que a população mundial cresce assustadoramente e ao mesmo tempo diminui a terra arável (6ºMP1, p. 41).

La información contenida en el texto es explícita ya que señala que los alimentos transgénicos pueden salvar del hambre a muchos países subdesarrollados, pero también pueden tener desventajas para la Sociedad (relación Ciencia-Sociedad). Aunque el texto sea explícito, se podría aprovechar para aclarar que estas técnicas de alteración de alimentos tienen ventajas para el Ambiente, como es el caso de los OMG que son más resistentes a las plagas, pero también tienen desventajas, tales como la eliminación de otra especies beneficiosas como abejas, lombrices de tierra, animales y otras plantas, alterando así el ecosistema (relación Ciencia-Tecnología-Ambiente).

Indicador A8 (*Expone prácticas experimentales explicando los métodos utilizados, aclarando los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, confrontando los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad*):

Como ejemplo de un episodio explícito veamos el siguiente texto relacionando con la fertilización *in vitro*:

Esta é uma técnica de reprodução medicamente assistida que ajuda casais inférteis a conseguir uma gravidez. Consiste na obtenção de óvulos e na sua fecundação em laboratório, para serem depois introduzidos no útero da mulher. Este processo tem quatro etapas: 1 – Com medicamentos, estimula-se o desenvolvimento de vários óvulos na mulher, 2 – Recolhem-se os óvulos dos ovários utilizando uma técnica específica, 3 – Os óvulos são postos em contacto com espermatozoides, previamente recolhidos, para que se de a fecundação no laboratório, 4 – Obtido o zigoto, aguarda-se a formação do embrião, que é implantado no útero da mulher, prosseguindo uma gravidez normal (p. 134).

El texto es explícito en cuanto a los métodos utilizados en la fertilización *in vitro*, siendo claro acerca de los pasos utilizados y en cuanto a su uso por la Sociedad en el caso de la infertilidad humana.

Como ejemplo de un *episodio implícito del indicador A8* veamos el siguiente texto:

Réaumur foi um cientista francês que tentou demonstrar a importância do estômago na digestão. Foi o primeiro a realizar digestão *in vitro*, para tal, utilizou sucos estomacais de aves. Mas, quando tentou digerir os alimentos em tubos de ensaio à temperatura ambiente, não conseguiu degradar os alimentos na totalidade...Duas décadas mais tarde, Spallanzani deu continuidade aos estudos de Réaumur...teve a preocupação de manter os tubos de ensaio a uma temperatura semelhante à corporal...O investigador verificou que, os alimentos sólidos eram totalmente liquefeitos... (6ºMP2, p. 41, V1).

Este es un ejemplo de un episodio implícito, que a pesar de exponer una práctica experimental (digestión *in vitro*) mencionando el material utilizado, no aclara los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, ni confronta los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad.

Indicador A9 (*Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA, así como el pensamiento crítico*):

Como ejemplo de un *episodio explícito* presentamos el siguiente texto:

Christiaan Barnard...foi o cirurgião que efetuou com êxito o primeiro transplante de coração, em 1967. Nessa época os transplantes já tinham sido realizados com outros órgãos. Mas esse transplante foi o pioneiro de uma já

longa história de sobreviventes com um coração novo, doado por outra pessoa. Três décadas após o primeiro transplante...o cardiocirurgião francês Alain Carpentier anunciou a construção do coração artificial mais parecido com o humano. É uma máquina composta por tecido animal e peças de titânico, que usa a tecnologia de orientação de mísseis para identificar e reagir a alterações da pressão sanguínea. O cientista acredita que, em breve, o coração mecânico possa estar a bombear sangue humano, a salvar vidas” (6ºMP1, p. 92).

El texto es explícito porque nos permite entender que la investigación científica y tecnológica se ha preocupado por el bien de la Sociedad. El texto contiene información explícita en cuanto al conocimiento científico y a los avances de la tecnología que han permitido la creación del corazón artificial (relación Ciencia-Tecnología). El texto también fomenta la comprensión de las relaciones CTA, así como el pensamiento crítico, ya que la información es explícita sobre el uso del corazón artificial y sus beneficios y ventajas para la Sociedad (relación Ciencia/Tecnología-Sociedad).

Indicador B2 (*Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico*):

Como ejemplo de un *episodio explícito* en el libro de texto 6ºMP2 propone al alumno una actividad que comienza con un texto introductorio. El texto proporciona información acerca de un corazón artificial que parece humano. Es una máquina con alrededor de un kilogramo de masa que tiene la Tecnología de guía de misiles y representa una nueva arma contra las enfermedades del corazón. La actividad propone que el alumno busque otros ejemplos relacionados con el sistema circulatorio y la Tecnología, y que reflexione sobre la importancia de la Tecnología en la Sociedad. Esta actividad es un ejemplo de un episodio explícito, pues, aunque no proporcione directrices de búsqueda, permite desarrollar en los alumnos una actitud crítica y fundamentada científicamente sobre cuestiones donde se manifieste la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, así como reflexionar sobre las ventajas de la Ciencia y de la Tecnología para la Sociedad, tales como la creación de este corazón artificial que puede mejorar la calidad de vida de los pacientes cardíacos.

Indicador B4 (*Presentan, al final de las actividades propuestas, situaciones de aplicación al día a día, de nuevos conocimientos, donde se manifieste las interacciones CTSA*):

Ejemplo de un *episodio implícito*: “Uma das formas de seleccionar peixe fresco no mercado é levantar o opérculo e observar as guelras. Encontra uma explicação para este facto” (6ºMP2, p.67, V1). La forma en que esta cuestión se presenta sólo pretende que los estudiantes adquieran conocimiento científico (el pescado fresco tienen branquias con tono rojo brillante). Sin embargo, tiene implícita la idea de que si es fresco se puede consumir (relación Ciencia-Sociedad). Por lo tanto, esta cuestión podría ser utilizada para ayudar a los estudiantes a comprender que el conocimiento científico acerca de las branquias de los peces se puede aplicar en el día a día, lo que permite a la Sociedad hacer elecciones y tomar decisiones conscientes y fundamentadas científicamente frente a situaciones reales (relación Ciencia-Sociedad).

4.2.2.2. Síntesis de los resultados sobre los libros portugueses

Del análisis anterior realizado a los libros de texto de 6º curso de Ciencias seleccionados para el estudio, se puede ver que hay una cierta discrepancia en el grado con el que están explícitos los episodios identificados en los diferentes libros de texto.

Para una percepción fácil de lo que acabamos de mencionar, se presenta en gráfico (figura 17) el número de episodios explícitos (E) e implícito (I) identificados en los libros de texto portugueses de Ciencias de 6º curso.

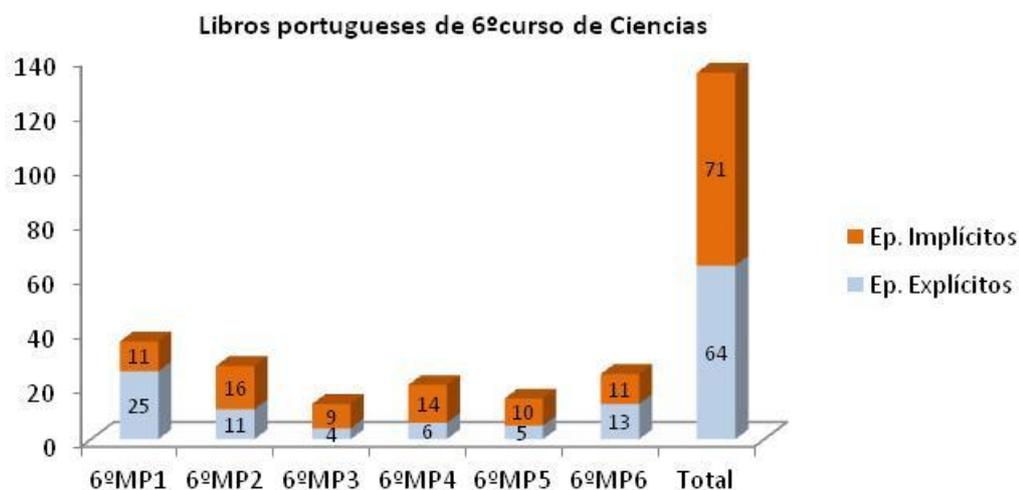


Figura 17: Número de episodios explícitos e implícitos en los libros de texto portugueses de 6º curso de Ciencias.

Los datos presentados nos muestran que, dentro del conjunto de libros analizados, de los 135 episodios identificados, 64 son explícitos (E) y 71 son implícitos, variando el número de episodios explícitos/implícitos por libro. El número de episodios explícitos representa un 47,4% del total de episodios identificados, y el número de episodios implícitos representa un 52,6%. Creemos que estos números no son muy significativos, sobre todo en relación a los episodios explícitos, para que se pueda decir que facilitan y promueven una adecuada educación CTSA, ya que los episodios implícitos representan más de la mitad del total de episodios identificados, y estos no ponen en evidencia de forma clara y fácilmente perceptible las interacciones CTSA, aunque un profesor con formación CTSA (o con sensibilidad social y ambiental, además de con conocimientos científicos y tecnológicos) sea capaz de interpretar y dar sentido a las ideas de estos episodios. Queremos decir que, incluso con episodios implícitos, sea en los libros de textos, sea en las Directrices Curriculares, se puede implementar la perspectiva CTSA en la práctica docente y tenerla como base para la promoción de la alfabetización científica de los alumnos.

A partir de los datos presentados percibimos que el libro que contempla más episodios es el 6ºMP1, con 36 episodios (25 explícitos y 11 implícitos), seguido por el libro 6ºMP2, con 27 episodios (11 explícitos y 16 implícitos), por el 6ºMP6, con 24 episodios (13 explícitos y 11 implícitos, y por el libro 6ºMP4, con 20 episodios (6 explícitos y 14 implícitos). Por último, los libros 6ºMP5, con 15 episodios (5 explícitos y 10 implícitos) y 6ºMP3, con 13 episodios (4 explícitos y 9 implícitos). A excepción de los libros de texto 6ºMP1 y 6ºMP6, en todos los demás, el número de episodios implícitos es siempre superior que el número de episodios explícitos, y en el 6ºMP3, los pocos episodios identificados son en su mayoría implícitos.

Además de verificar una diferente relevancia de episodios CTSA en los libros de texto analizados, así como mayor abundancia de episodios implícitos que explícitos en la mayor parte de estos libros, también hemos analizado la distribución de los episodios por dimensión (figura 18).

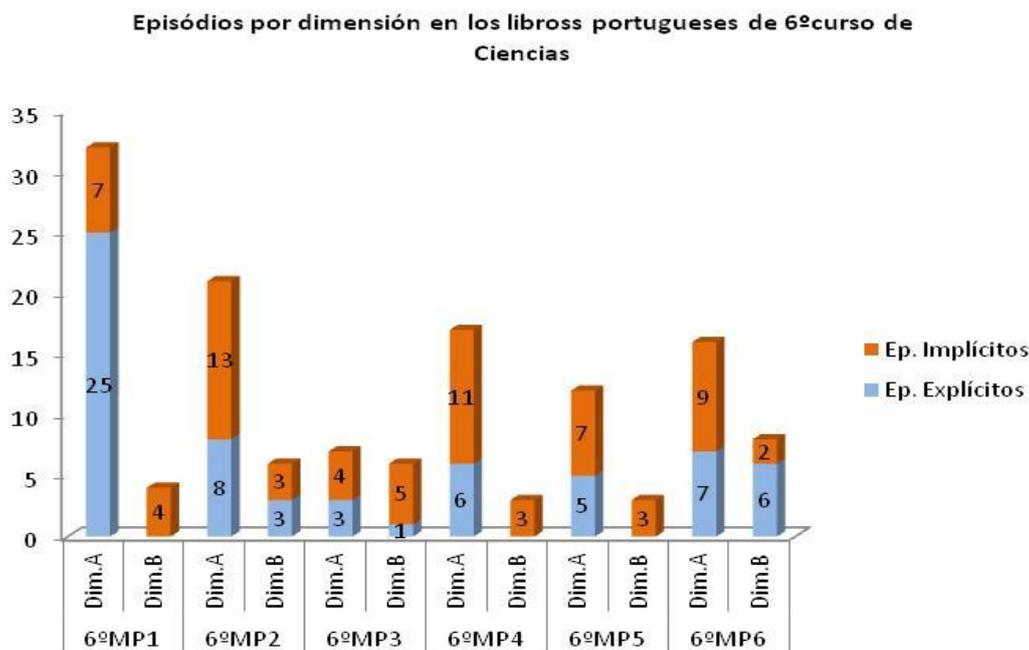


Figura 18: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión en los libros portugueses de 6º curso de Ciencias.

Al observar el gráfico de la figura 18 vemos que los libros de texto portugueses de 6º curso, con respecto a las relaciones CTSA, son más explícitos en el discurso e información que proporcionan (dimensión A) que en las actividades que proponen (dimensión B). Si exceptuamos los libros 6ºMP2 y 6ºMP6, con episodios explícitos, y el 6ºMP3 con sólo un episodio explícito, relacionados con la dimensión B, todos los demás tienen sólo episodios implícitos relacionados con esta dimensión. Son los libros 6ºMP1 y 6ºMP2 los que más utilizan un discurso que promueve la Educación Científica de acuerdo con la perspectiva de CTSA, aunque en el caso del libro 6ºMP2, muchos episodios se presentan en forma implícita. Debemos destacar el libro 6ºMP6, donde el número de episodios de CTSA, aunque no es muy notable (24 episodios), hay un cierto equilibrio entre los episodios explícitos e implícitos, con respecto al discurso proporcionado y hay más sugerencias de propuestas de actividades explícitas respecto a las relaciones CTSA.

Presentamos una visión general de todos los libros estudiados, en función de los indicadores de análisis, en la tabla 25.

Tabla 25: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador/dimensión, identificados en los libros de texto portugueses de Ciencias de 6º curso.

		Indicadores (n = 13)													Total episodios por libro
Libro	Episodio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	
6ºMP1	E	3	0	1	6	2	5	0	1	7	0	0	0	0	25
	I	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	4	0	0	11
6ºMP2	E	1	0	0	2	2	1	0	1	1	0	2	0	1	11
	I	2	0	0	2	4	0	2	1	2	0	3	0	0	16
6ºMP3	E	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
	I	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	9
6ºMP4	E	0	0	0	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0	6
	I	2	2	0	1	1	0	0	1	4	0	3	0	0	14
6ºMP5	E	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5
	I	1	3	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	10
6ºMP6	E	2	0	0	2	1	1	0	0	1	0	5	0	1	13
	I	1	2	0	2	2	1	0	0	1	0	2	0	0	11
Total episodios por indicador	E	6	0	1	15	7	9	2	3	11	0	8	0	2	135
	I	8	7	0	11	13	1	2	2	7	0	20	0	0	
	T	14	7	1	26	20	10	4	5	18	0	28	0	2	

Al observar la tabla 25, es fácil ver la diferencia en los episodios por indicador/dimensión, sean explícitos o implícitos, en los 6 libros de texto analizados. También es fácil ver que, incluso en todos los libros de texto analizados, no se verifica la presencia de todos los indicadores del instrumento de análisis. Además, la frecuencia de episodios es muy diferente por indicador/dimensión, teniendo un valor pequeño en algunos casos, y el grado con que están explícitos tampoco es lo mismo, a veces, la mayor parte de los episodios identificados son implícitos. En el conjunto de los libros de texto analizados, de los 13 indicadores incluidos en el instrumento de análisis se identificaron 11, los 9 de la dimensión A y 2 indicadores de la dimensión B (B2 y B4).

Respecto a la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) el indicador más representado es el A4 (*Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales*), con 26 episodios, seguido por el indicador A5 (*Da ejemplos de tecnologías recientes aplicadas en el cotidiano*), con 20 episodios, y por el indicador A9 (*Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA, así como el pensamiento crítico*), con 18

episodios. El indicador A1 (*Explora los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social*), a pesar de no estar tan representado como los tres indicadores anteriores, se destaca de los siguientes con 14 episodios. La presencia mayoritaria de estos indicadores, podría ser debido al hecho de que los libros de texto portugueses de 6º curso tratan diversos temas como la salud, la alimentación, la reproducción humana, el cuerpo humano y su funcionamiento, la importancia de las plantas para el mundo de los vivos, la calidad del aire, entre otros. Son contenidos científicos en los que se puede abordar temas que se centran en los problemas de la vida social y ambiental, donde se pueden identificar tecnologías recientes utilizadas en la vida cotidiana, donde está presente la Ciencia en función de su utilidad social. Pero inciden, principalmente, en los aspectos relacionados con la Sociedad y los problemas ambientales. Los indicadores restantes contemplan un número reducido de episodios, como es el caso del indicador A3 (*En cuanto a la Ciencia y la Tecnología anima a los estudiantes a: (i) exponer ideas de forma independiente y voluntaria, (ii) cambiar de opinión, (iii) hacer analogías, (iv) dar explicaciones*), con sólo 1 episodio, o el indicador A7 (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, poniendo en evidencia la forma cómo cambian la vida de las personas y cómo estos cambios son el origen de otras realidades sociales*), con 4 episodios, de los cuales 2 son implícitos.

En la dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*), no se han registrado episodios de los indicadores B1 (*Presenta propuestas que involucran a los alumnos en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico acerca de las cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA*) y B3 (*Propone actividades prácticas, experimentales, de laboratorio,..., para explorar, comprender y evaluar las interrelaciones CTSA, principalmente las que puedan interferir en la vida personal de los alumnos y su futuro*). El indicador más representado es el B2 (*Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico*), con 28 episodios, para casi todos implícitos, y el menos representado es el indicador B4 (*Presentan, al final de las actividades propuestas, situaciones de aplicación al día a día de nuevos conocimientos, donde se manifieste las interacciones CTSA*) con sólo 2 episodios, si bien explícitos. Estos resultados parecen indicar una cierta dificultad de los autores de libros en elaborar y proponer actividades

de enseñanza de índole CTSA, esta dificultad parece ser menos evidente en lo que respecta al discurso, donde hay más evidencias CTSA. Esta idea se refuerza al observar el reducido número de actividades explícitas que proponen debates, investigaciones, discusión de temas polémicos, situaciones de aplicación al día a día, etc., e incluso, en la ausencia de actividades que conduzcan a la participación del alumno en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico acerca de las cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA y actividades donde se establecen las relaciones entre el trabajo experimental y el “saber hacer” relacionado con los aspectos prácticos de la vida.

4.2.3. Perspectiva CTSA en los libros de texto españoles de Ciencias de 5º y 6º curso

4.2.3.1. Introducción

Recordamos que los libros de texto españoles de Ciencias (Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural) de 5º y 6º curso de Educación Primaria fueron analizados simultáneamente, por las razones anteriormente presentadas (ver sección 5 del capítulo 3). Estos libros fueron identificados como 5º/6ºME1, 5º/6ºME2, 5º/6ºME3, 5º/6ºME4, 5º/6ºME5 y 5º/6ºME6.

La primera lectura hecha a los libros de texto españoles nos ha permitido percibir que la perspectiva CTSA estaba presente en todos ellos, aunque de manera diferente a lo que se había visto en los libros de texto portugueses.

En los libros españoles, la perspectiva CTSA está presente, esencialmente, en ciertas unidades temáticas, casi siempre relacionadas con la Tecnología y los avances tecnológicos y/o con la conservación del medio ambiente, transmitiendo la idea de que estas unidades son las más indicadas para debatir “las cuestiones” CTSA.

Estos datos son coherentes con los estudios desarrollados por Vázquez y Manassero (2012b), que señalan que los libros de texto tienden a enfocar los aspectos relacionados con la perspectiva CTSA, casi siempre al inicio o al final, quedando olvidada, en el resto del libro

También pudimos observar que en los libros de texto españoles de Ciencias no hay secciones denominadas CTSA, pero, como ha ocurrido en algunos libros de texto portugueses, aparecen secciones donde se pueden percibir interacciones CTSA, con

denominaciones diversas, como por ejemplo *El mundo que queremos*, *Planeta amigo*, *Para saber más*, *Más competente*, *Ventanas al mundo*, entre otros, casi siempre en el final o en el inicio del capítulo o unidad.

Los resultados del análisis permiten identificar la incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto españoles de Ciencias de 5º y 6º curso (3º Ciclo) como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26: Incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto españoles de Ciencias de 5º y 6º curso (3º Ciclo).

Incorporación de la Perspectiva CTSA		Libros de texto españoles (5º y 6º curso)					
Indicadores		5º/6º	5º/6º	5º/6º	5º/6º	5º/6º	5º/6º
		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6
Presente	De forma integrada en los contenidos didácticos y en las actividades propuestas a lo largo de las diferentes unidades temáticas						
	De forma integrada en los contenidos didácticos y en las actividades propuestas en ciertas unidades temáticas.	x	x	x	x	x	x
	En secciones propias denominadas CTSA o con otras denominaciones	x	x		x	x	x
Ausente		---	---	---	---	---	---

Los datos de la tabla 26 muestran que todos los libros españoles, 5º/6ºME1, 5º/6ºME2, 5º/6ºME3, 5º/6ºME4, 5º/6ºME5 e 5º/6ºME6, tienen integrada la perspectiva CTSA en los contenidos didácticos y/o en las actividades, en ciertas unidades temáticas y en secciones propias con diferentes nombres, excepto los libros 5º/6ºME3. Los datos de la tabla, refuerzan la idea, que los autores de estos libros consideran que la perspectiva CTSA debe ser explorada en espacios propios, como las unidades temáticas relacionadas con la Tecnología y los avances tecnológicos y/o el medio ambiente.

Después de observar que la perspectiva CTSA estaba presente en los libros texto españoles de Ciencias, tratamos de saber de qué forma estaba contemplada por dimensión (dimensión A - *Discurso e información proporcionada* y dimensión B - *Actividades de enseñanza/aprendizaje*). Estos resultados se muestran en la tabla 27.

Tabla 27: Número de episodios por dimensión en los libros de texto españoles de 5º y 6º curso.

Dimensión	LTE
A – Discurso e información proporcionada	124
B – Actividades de enseñanza/aprendizaje	16
Total	140

Los resultados obtenidos muestran que fueron identificados 140 episodios en los libros de texto españoles de 5º/6º curso, siendo la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) la más representativa, con 124 episodios, y la dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*), sólo con 16 episodios.

En cuanto al *Discurso e información proporcionada*, consideramos que el número de episodios identificados es significativo, como en el caso de los libros de texto portugueses. Pero no esperábamos tan pocos episodios con respecto a las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* propuestas en los libros de texto españoles. O sea, los libros de texto españoles ofrecen un discurso de índole CTSA a profesores y alumnos, pero lo mismo no sucede con las actividades de enseñanza/aprendizaje, estas actividades propuestas son con preguntas sobre hechos y cerradas que no requieren la participación del alumno en situaciones donde se manifieste las interacciones CTSA.

Al igual que se ha hecho con los libros de texto portugueses, después de verificar el número de episodios por dimensión en los distintos libros, tratamos de saber cuál es el libro con más episodios por indicador. Al observar la figura 19, podemos ver los indicadores identificados por libro y el número de episodios por indicador, en ambas dimensiones consideradas.

Dentro del conjunto de los libros de texto españoles de 5º/6º curso analizados, se destacan los libros 5º/6ºME2 en la dimensión A, en la cual se registraron un total de 38 episodios, con evidencias de 7 indicadores, siendo el indicador A4 (*Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales*) el más representado, con 10 episodios, y el indicador A7 (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando la forma cómo cambian la vida de las personas y cómo estos cambios son el origen de otras realidades sociales*) el menos identificado, con sólo 2 episodios. Sin embargo, en estos libros las propuestas de actividades (dimensión B) son casi inexistentes, sólo 1 episodio del indicador B2

(Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico).

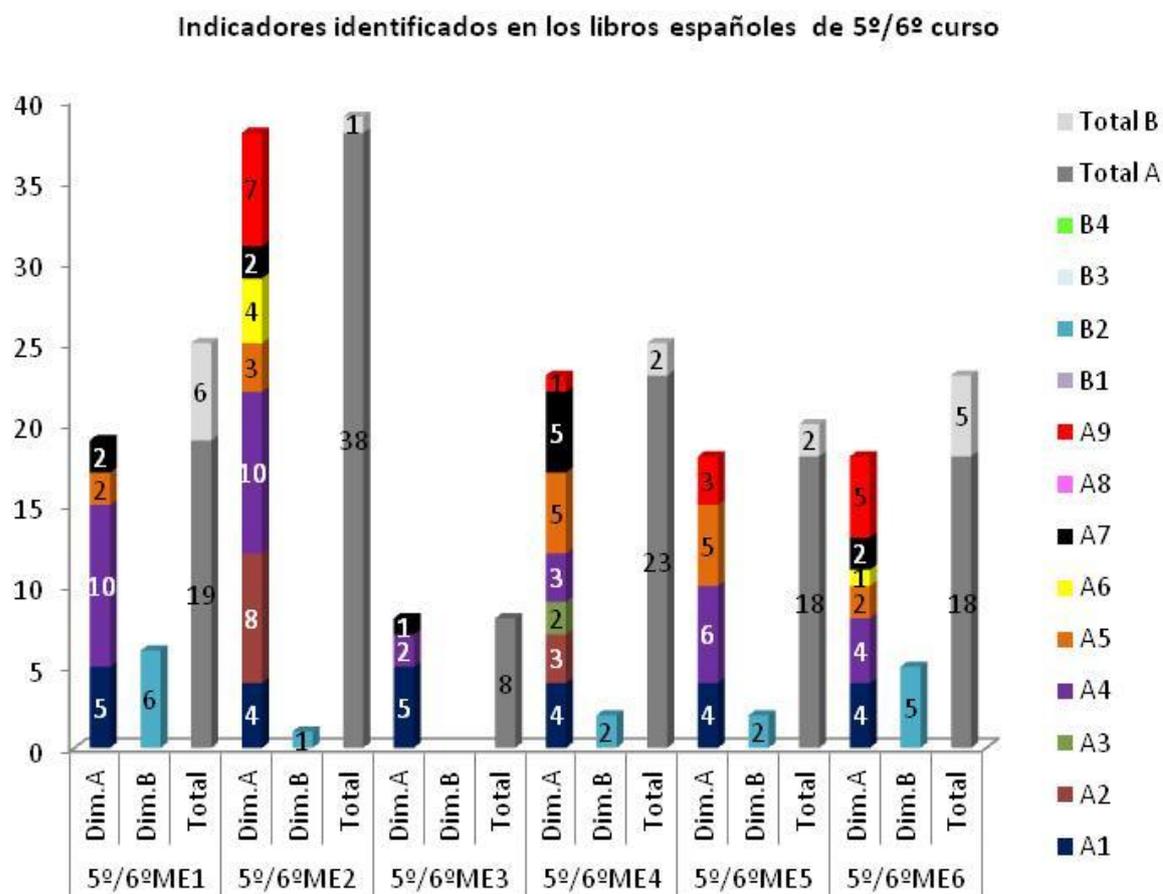


Figura 19: Número de indicadores por dimensión (A y B) identificados en los Libros de texto españoles de 5º/6º curso de Ciencias.

Los libros 5º/6ºME1 y 5º/6ºME4 son los segundos más representativos en el enfoque CTSA, en ambos casos con 25 episodios. En los libros 5º/6ºME1, se identificaron 19 episodios relacionados con la dimensión A, siendo también el indicador A4 el más identificado con 10 episodios, y en la dimensión B, se identificaron 6 episodios, todos del indicador B2. En cuanto a los libros 5º/6ºME4, se identificaron 23 episodios de la dimensión A, siendo el indicador A5 (*Da ejemplos de tecnologías recientes aplicadas a la vida cotidiana*) el más representado, con 5 episodios, y el indicador A9 (*Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento*

científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA, así como el pensamiento crítico) el menos representado, con sólo 1 episodio. Pero la dimensión B sólo presenta 2 episodios del indicador B2.

A excepción de los libros 5º/6ºME3, que no han registrado episodios en ningún indicador de la dimensión B, el resto de los libros de texto españoles de 5º/6º curso analizados presentan evidencias de indicadores de las dimensiones A y B, pero, en particular, en relación con la dimensión B, para muchos de ellos estas evidencias se limitan a 1 o 2 episodios.

Los libros 5º/6ºME2 y 5º/6ºME4 son los que muestran una mayor variedad de indicadores, 8 en el total, 7 de la dimensión A y sólo 1 de la dimensión B. Los libros 5º/6ºME3 son los que tienen menor variedad de indicadores, solamente 3 y todos de la dimensión A.

Al igual que ocurrió con los libros de texto portugueses, muchos de los indicadores de los libros de texto españoles, en su mayor parte, son implícitos. O sea, en muchos episodios no siempre son exploradas de forma clara, precisa y explícita las interrelaciones entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente, como se muestra a continuación.

4.2.3.2. Naturaleza de los Episodios (explícitos/implícitos) contemplados en los libros de texto españoles de 5º/6º curso (3er Ciclo)

Volvemos a reiterar que el grado con que están explícitas las ideas de los indicadores del instrumento de análisis la consideramos fundamental, pues los libros de texto son recursos utilizados principalmente por alumnos, por lo que la claridad y explicitud de las ideas y conceptos deben ser bastante evidente para ser perceptible y comprendida por ellos.

A continuación, presentamos algunos ejemplos de episodios de algunos indicadores identificados en los libros de texto españoles de 5º y 6º curso de Educación Primaria del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, (ver el análisis completo en la versión portuguesa, sección 2.3.1 del capítulo 4).

Indicador A1 (*Explora los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social*):

Como ejemplo de un episodio implícito presentamos un texto que informa al alumno que las máquinas facilitan las actividades humanas: “Una caldera de gas, una estufa o una placa de vitrocerámica ceden calor y se usan para calentar, mientras que un

frigorífico o un aparato de aire acondicionado sirven para enfriar (6°ME1, p. 104). El texto presenta los contenidos científicos de forma “mecanizada”, demostrativa y expositiva, sin explorar las relaciones CTSA.

Indicador A2 (*Muestra que el trabajo de los científicos es, a menudo, influenciado por las presiones sociales, políticas, religiosas y económicas*):

Como ejemplo de un *episodio explícito* veamos el siguiente texto:

Celestino Mutis nació en Cádiz en 1732...se licenció en Medicina...y empezó a interesarle también el estudio de las plantas, la Botánica. A los 28 años viajó a Colombia, donde se dedicó a investigar las propiedades medicinales de la quina...sustancia que se obtiene de un árbol y se usa como tratamiento de una enfermedad llamada malaria. Mutis tardó veinte años en convencer al rey Carlos III de que le diera el dinero que necesitaba para organizar una expedición científica en Suramérica. En esta expedición, que duró más de veinte años, Mutis describió muchas plantas desconocidas hasta entonces. Tras su muerte en 1808, sus archivos se trasladaron al Real Jardín Botánico de Madrid...que hoy se consideran una obra maestra de la investigación científica (5°ME2, p.43).

Este pequeño texto, además de explícito acerca de las presiones económicas y las posibles presiones socio-culturales, que condicionaron el trabajo del científico, también permite reflexionar sobre la importancia de su trabajo, que ha permitido descubrir las propiedades medicinales de la sustancia quinina y sus beneficios para la Sociedad, así como contribuir a la investigación científica (relación Ciencia-Sociedad-Ambiente).

Indicador A3 (*En cuanto a la Ciencia y la Tecnología anima a los estudiantes a: (i) exponer ideas de forma independiente y voluntaria, (ii) cambiar de opinión, (iii) hacer analogías, (iv) dar explicaciones*),

Como ejemplo de un *episodio explícito* presentamos un texto que relaciona la Ciencia con la Física e informa sobre la película «Guerra de las galaxias»

Las ondas sonoras necesitan un medio por el que propagarse. El espacio exterior está totalmente vacío, no hay nada que pueda vibrar para propagar las ondas sonoras...en realidad, en el espacio exterior el sonido no puede existir...Los caballeros Jedi, aunque son capaces de conocer los misterios de la «Fuerza», no saben demasiada física. Para empezar, si la hoja de la espada es un rayo láser, éste debería tener una longitud ilimitada; además, no podría chocar con la hoja de ninguna otra espada, ya que la luz no tiene masa (la luz está formada por ondas electromagnéticas). Lo máximo que conseguiríamos sería provocar una interferencia de luces en el punto donde coincidirían o «chocarían» las espadas (6°ME4, pp. 186-187).

La forma como es presentado el texto, en relación a la Ciencia y Tecnología, anima a los estudiantes a exponer ideas de forma independiente y voluntaria, a cambiar de opinión, hacer analogías y dar explicaciones. Se trata de un texto muy explícito cuya información cuando es explorada en el aula, hace que sea un espacio privilegiado para la reflexión y el intercambio de ideas entre los alumnos. Así, los alumnos cuando se enfrentan a las leyes de la Física y lo que ven en las películas de ficción, pueden discutir de forma autónoma sobre lo que es o no es posible en el cine y la Ciencia ficción, y establecer relaciones entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad, el Ambiente y otras áreas específicas como, por ejemplo, la Física.

Indicador A4 (*Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales*):

Como ejemplo de un *episodio explícito* veamos el siguiente texto:

En 1979 se conoció que la capa de ozono tenía un agujero. Los científicos llegaron a la conclusión de que un compuesto químico, el clorofluorocarbono (CFC), ataca el ozono y lo destruye. El CFC se utiliza en la fabricación de envases y es un componente de muchos artículos. Por eso, en una reunión mundial se recomendó su sustitución por otros productos que no afectan a la capa de ozono... (5ºME2, p.123).

Este texto es explícito pues presenta información del conocimiento científico alertando a los estudiantes que el clorofluorocarbono destruye la capa de ozono y es utilizado por la Sociedad en varios artículos (relación Ciencia-Ambiente-Sociedad) y, por lo tanto, los alumnos pueden desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente al problema socio-ambiental de la capa de ozono del planeta.

Ejemplo de un *episodio implícito* de éste indicador:

...león dorado es el nombre de una especie de primate...que vive en la selva de Brasil. Hasta hace muy poco tiempo solo quedaban 800 ejemplares vivos en la selva. Un programa internacional ha conseguido que nacieran en cautividad 500 crías, que han sido devueltas a la selva para asegurar la continuidad de esta especie en peligro de extinción (5ºME2, p.29).

Este texto se refiere a un problema ambiental que es la extinción de especies animales. Presenta información del conocimiento científico, aunque implícitamente, ya que cuando dice que han nacido 500 crías en cautividad, que fueron devueltas a la selva para asegurar la continuidad de la especie, tiene implícita la idea de la presencia de veterinarios y biólogos para permitir la creación de estos animales de una manera segura y saludable. De este modo, el texto podría ser utilizado para explorar las relaciones entre

Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente como, por ejemplo, la necesidad de la existencia de cautiverio para garantizar la continuidad de las especies de algunos animales, que los profesionales deben cuidar la salud de los animales, entre otros. En este episodio, las ideas y relaciones CTSA son implícitas, sin embargo, como en otros casos, en función de los conocimientos del maestro, de su sensibilidad para las interacciones CTSA, puede hacer una interpretación del texto que permita desarrollar en los estudiantes una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales.

Indicador A6 (*Informa al alumno acerca de las ventajas y los límites de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología y sus impactos en la Sociedad y el Ambiente*): Como ejemplo de un *episodio explícito* presentamos un texto que tiene como título: «Un ojo electrónico para cruzar la calle»:

Las personas invidentes suelen ayudarse de un perro entrenado para caminar por la calle y cruzar las calzadas. ¿Cómo conseguir que estas personas sepan dónde se encuentra un paso de peatones, y puedan saber si el semáforo está abierto o cerrado sin necesidad de ayuda? En el instituto de Tecnología de Kyoto, en Japón, han inventado unas gafas con una microcámara que capta imágenes. Un diminuto ordenador procesa las imágenes y reconoce los pasos de peatones, y un pequeñísimo altavoz situado en la patilla, emite una señal que indica dónde está el paso de peatones, y si puede cruzar o no (6^oME2, p.29).

Este texto presentado de forma explícita con respecto a las interacciones CTSA comienza informando al alumno del problema que muchas personas ciegas tienen, la necesidad de recurrir a un perro entrenado para ayudarles a moverse por las calles. También informa que una preocupación actual relacionada con esta situación es encontrar una solución para que estas personas puedan pasar por un semáforo sin necesidad de ayuda. Ante este problema, el texto refiere que en Japón, en un Instituto de Tecnología, se desarrollaron unas gafas con microcámaras capaces de resolver este problema. El texto afirma explícitamente, sobre las ventajas de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología para la Sociedad (relación Ciencia-Tecnología-Sociedad).

Indicador A9 (*Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere/promueve la comprensión de las interacciones CTSA, así como el pensamiento crítico*):

Como ejemplo de un *episodio implícito* veamos el texto relacionado con el clima que informa los alumnos sobre métodos capaces de producir lluvia artificial.

Desde hace miles de años, los seres humanos tratamos de provocar la lluvia o conseguir que luzca el sol mediante bailes, canciones y ritos de todo tipo...Actualmente, científicos de todo el mundo siguen tratando de predecir el clima y, en algunos países, han intentado dominar-lo con distintos métodos. Muchos de estos intentos han fracasado, pero otros no. El éxito más reciente se logró en China...se provocó una inmensa tormenta, el día antes de los juegos de Pekín. Para conseguirlo, varios aviones rociaron las nubes con una sustancia llamada «yoduro de plata». Esta sustancia permitió condensar las gotitas de agua de las nubes para que se convirtieran en lluvia... (5ºME6, p.138).

A pesar que el texto presenta información sobre el conocimiento científico y tecnológico y su contribución a la formación de la lluvia artificial, no aclara a los estudiantes acerca de los impactos, tanto positivos como negativos, para la Sociedad y para el Ambiente, por lo que las relaciones CTSA están poco evidenciadas, pasando desapercibidas al alumno. La interpretación y discusión del texto por sí solo, no permite desarrollar en los alumnos una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a las ventajas y desventajas que la modificación artificial del tiempo puede aportar, tanto para la Sociedad como para Ambiente. Sin embargo, un profesor con formación en CTSA puede ayudar a los estudiantes a explorar, interpretar y comprender estas relaciones.

Indicador B2 (*Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico*):

Ejemplo de un *episodio implícito*: “Busca información sobre la lluvia ácida: qué es, qué la produce y qué efectos tiene sobre las plantas y los animales” (6ºME2, p.81). Aunque se presenta implícitamente, esta tarea involucra a los alumnos en una actividad de investigación en la que se puede establecer relaciones CTSA. Al buscar información acerca de lo que es, que es lo que produce la lluvia ácida y cuáles son sus efectos sobre las plantas y los animales, los alumnos investigan un tema en el que está presente la relación entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Por supuesto, esta exploración y comprensión por parte del alumno depende de las directrices y la formación y conocimiento que el profesor tiene sobre el enfoque CTSA.

4.2.3.3. Síntesis de los resultados sobre los libros españoles

De los resultados descritos anteriormente podemos ver que muchos de los episodios identificados en los libros de texto españoles no siempre presentan la perspectiva CTSA con el mismo grado de explicitud o claridad.

La figura 20 presenta el número de episodios explícitos (E) e implícito (I) identificados en los libros de texto españoles de Ciencias (Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural) de 5º/6º curso de Educación Primaria.

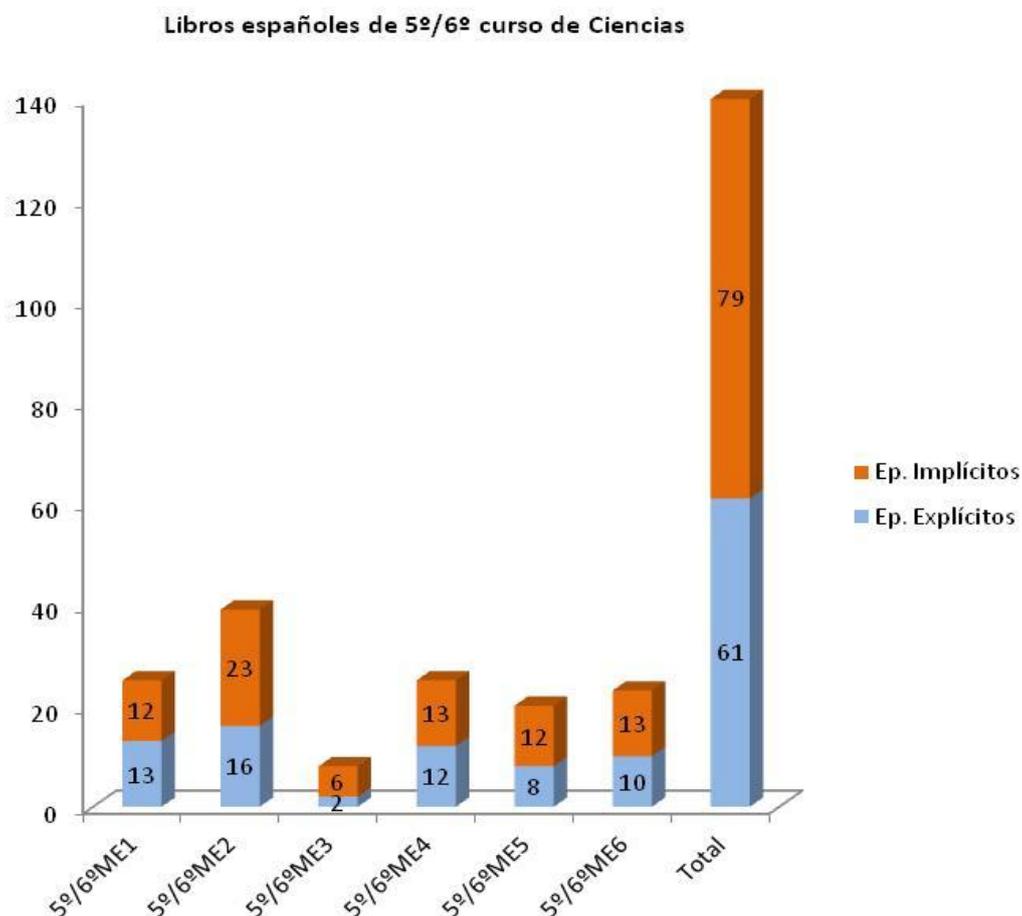


Figura 20: Número de episodios explícitos e implícitos identificados en los libros de texto españoles de 5º/6º curso de Ciencias.

Al observar la figura 20 podemos apreciar que, en el conjunto de los libros españoles analizados, se registraron un total de 140 episodios, de los cuales 61 son explícitos (E) y 79 son implícitos (I). El número de episodios explícitos representa un 43,6% del total de episodios identificados, y el número de episodios implícitos representa un 56,4%. Podemos afirmar que el número de episodios explícitos es

reducido para poder promover una adecuada educación CTSA, como en el caso de los libros de texto portugueses así como que la interpretación de las ideas de los episodios implícitos depende de la formación que los profesores de Ciencias tengan en el ámbito CTSA.

A partir de la lectura del gráfico percibimos que los libros que contempla más episodios son los 5º/6ºME2, con 39 episodios (23 explícitos y 16 implícitos), seguido por los libros 5º/6ºME1 y 5º/6ºME4, curiosamente, con el mismo número de episodios (25), pero los libros 5º/6ºME4 tienen un 1 episodio más implícito que explícito, en los libros 5º/6ºME1 hay 1 episodio más explícito que implícito. Además estos son los únicos libros en los que el número de episodios explícitos es superior al de los implícitos, aunque la diferencia no es relevante.

Los libros 5º/6ºME3 son los que tienen menos episodios, sólo 8 episodios, de los cuales 6 son implícitos.

En todos los libros de texto españoles, excepto para los 5º/6ºME1 (más de 1 episodio explícito de los implícitos), el número de episodios implícitos (I) es siempre superior que el número de episodios explícitos (E). Sin embargo, esta diferencia no es muy pronunciada en todos los libros considerados, excepto en los libros 5º/6ºME2 y 5º/6ºME3, donde la relación de los episodios implícitos/explicitos es más relevante.

Al igual que lo ocurrido con los libros de texto portugueses, también para los libros españoles, la distribución de los episodios explícitos e implícitos no es la misma por dimensión, como se ve en el gráfico de la figura 21.

Después de observar la gráfica de la figura 21 podemos ver que en relación a la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*), incluso cuando el número de episodios es relevante (5º/6ºME2 y 5º/6ºME4), el número de episodios implícitos es superior al de los explícitos (excepto en los 5º/6ºME1, que cuentan con más de 1 episodio explícito, por ello tiene poca relevancia. En cuanto a la dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*) también podemos apreciar que en la mayoría de los libros de texto es casi inexistente, si exceptuamos los libros 5º/6ºME3, y en la mayoría son implícitos.

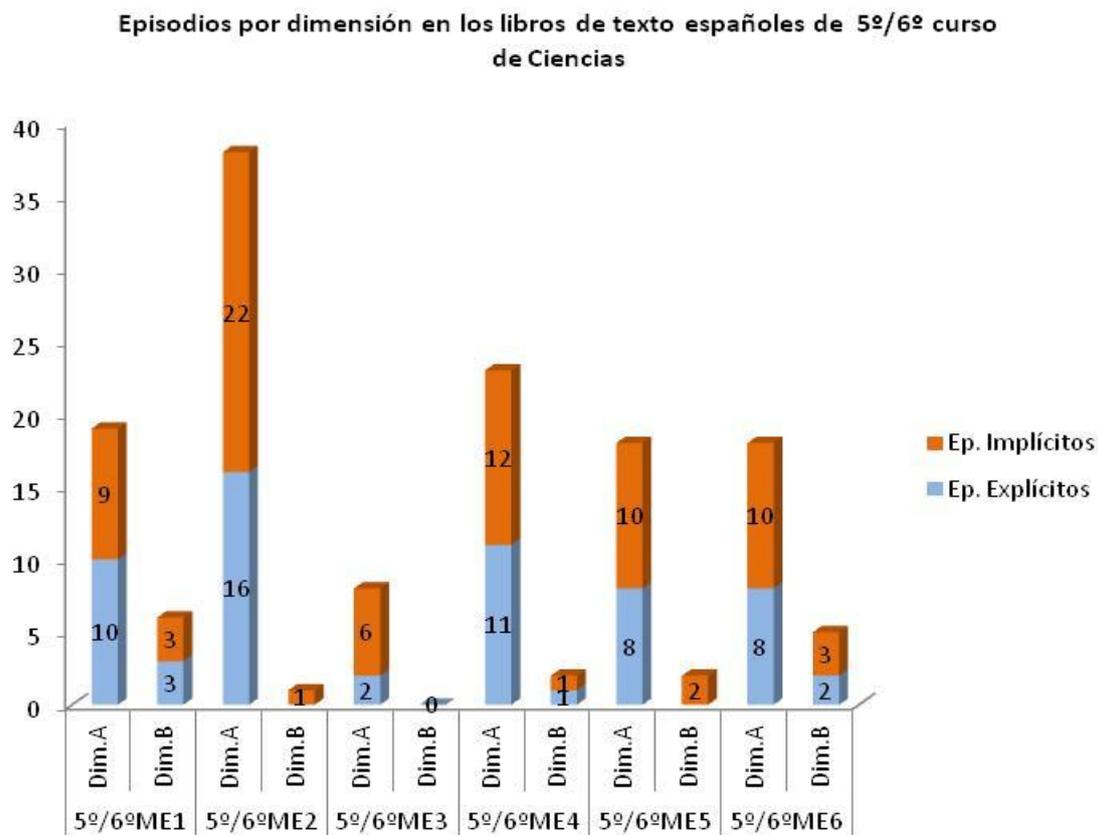


Figura 21: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión en los libros de texto españoles de 5º/6º curso de Ciencias.

Teniendo en cuenta los datos anteriores, se puede concluir que, de todos los libros españoles de Ciencias considerados, los libros 5º/6ºME2 y 5º/6ºME4 son los que más utilizan un discurso que promueve la Educación Científica de acuerdo con la perspectiva de CTSA, si bien muchos de los episodios identificados no expresan las relaciones CTSA de forma evidente. Estos resultados permiten afirmar que existe cierta preocupación de los autores de estos libros de texto, si bien tienen escasa formación en esta área, para incorporar la perspectiva CTSA en el *Discurso e información proporcionada* y, por tanto, los profesores y los alumnos que usen estos recursos educativos tendrán acceso a más referencias CTSA que aquellos que utilicen otros, como por ejemplo los libros 5º/6ºME3 y 5º/6ºME5. Con respecto a las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* propuestas, los alumnos y los profesores no tienen acceso a muchas referencias CTSA, excepto los que utilicen los libros 5º/6ºME1 y 5º/6ºME6, aunque de forma insuficientes y poco perceptibles.

En la siguiente tabla se puede apreciar una vista general del número de episodios explícitos (E) y implícitos (I) por indicador/dimensión identificados en los libros de texto españoles de Ciencias de 5º/6º curso.

Tabla 28: Número de episodios explícitos e implícitos por indicador, contemplados en los libros de texto españoles de 5º/6º curso.

Indicadores (n = 13)															
Libro	Episodio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	Total episodios por libro
5º/6ºME1	E	2	0	0	6	1	0	1	0	0	0	3	0	0	13
	I	3	0	0	4	1	0	1	0	0	0	3	0	0	12
5º/6ºME2	E	1	2	0	2	3	2	2	0	4	0	0	0	0	16
	I	3	6	0	8	0	2	0	0	3	0	1	0	0	23
5º/6ºME3	E	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	I	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
5º/6ºME4	E	1	1	2	2	2	0	2	0	1	0	1	0	0	12
	I	3	2	0	1	3	0	3	0	0	0	1	0	0	13
5º/6ºME5	E	2	0	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	8
	I	2	0	0	4	3	0	0	0	1	0	2	0	0	12
5º/6ºME6	E	0	0	0	2	1	1	2	0	2	0	2	0	0	10
	I	4	0	0	2	1	0	0	0	3	0	3	0	0	13
Total episodios por indicador	E	7	3	2	15	9	3	8	0	8	0	6	0	0	140
	I	19	8	0	21	8	2	4	0	7	0	10	0	0	
	T	26	11	2	36	17	5	12	0	15	0	16	0	0	

Al observar la tabla 28, se puede ver la desigualdad en los episodios por indicador/dimensión, sean explícitos o implícitos, en los 6 libros de texto españoles analizados. En los libros de texto españoles no se manifiesta la presencia de todos los indicadores previstos en el instrumento de análisis (tabla 4). En la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) o en la dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*) la frecuencia de episodios no es la misma por indicador/dimensión. Para algunos indicadores el número de episodios es razonable, en otros es reducido, y en otros es inexistente. En el conjunto de los libros de texto analizados, de los 13 indicadores incluidos en el instrumento de análisis, se identificaron 11, 8 de la dimensión A (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 y A9) y 1 indicador de la dimensión B (B2).

En cuanto a la dimensión A el indicador más representado es el A4 (*Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales*), con 36 episodios, seguido por el indicador A1 (*Explora los*

tópicos de Ciencias en función de su utilidad social), con 26 episodios. Los indicadores A5 (*Da ejemplos de tecnologías recientes aplicadas en la vida cotidiana*) y A9 (*Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA, así como el pensamiento crítico*) aunque no tan representados como los indicadores A4 y A1, que destacan de los demás, con 17 episodios y 15 episodios, respectivamente.

Teniendo en cuenta estos resultados, podemos señalar que los libros de texto españoles de Ciencias valoran más temas que abordan cuestiones sociales y ambientales y los contenidos científicos en función de su utilidad social. Con respecto a las cuestiones relacionadas con los problemas socio-ambientales, los resultados ya eran previsibles, ya que la conservación del medio ambiente es parte de los contenidos científicos del 5º y 6º curso de Ciencias de la Educación Primaria en España. Sin embargo, ya que la Tecnología y los avances tecnológicos aparecen como contenidos de la Educación Primaria, esperábamos que las cuestiones relacionadas con las tecnologías recientes aplicadas a la vida diaria (indicador A5) y las relacionadas con diferentes tecnologías que cambian la forma de vivir de las personas (indicador A7) fueran exploradas de forma más significativa.

Los indicadores restantes contemplan un número reducido de episodios y no presenta episodios el indicador A8 (*Expone prácticas experimentales explicando los métodos utilizados, aclarando los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, confrontando los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad*), relacionado con la aplicación de la actividad científica, metodología y procesos utilizados por la Ciencia/Tecnología, y su utilidad por parte de la Sociedad.

En relación a la dimensión B, sólo se han identificado referencias CTSA del indicador B2 (*Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico*), con 16 episodios, en su mayoría implícitos. Los otros indicadores, B1 (*Presenta propuestas que involucran a los alumnos en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico acerca de las cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA*), B3 (*Propone actividades prácticas, experimentales, de laboratorio,..., para explorar, comprender y evaluar las interrelaciones CTSA, principalmente las que puedan interferir en la vida personal de*

los alumnos y su futuro) y B4 (*Presentan, al final de las actividades propuestas, situaciones de aplicación al día a día de nuevos conocimientos, donde se manifieste las interacciones CTSA*) no se identificaron episodios. Incluso en relación al indicador B2, consideramos el número de episodios muy reducido y, por lo tanto, insuficiente para promover, al nivel de los libros de texto, alguna orientación CTSA. Estos resultados nos ponen de manifiesto que los autores de libros de texto españoles, al nivel de las actividades propuestas, siguen perpetuando una enseñanza de las Ciencias esencialmente transmisiva, caracterizada por sugerencias de preguntas cerradas y relacionadas con hechos, como ya se mencionó. Esta idea se refuerza al observar el reducido número de actividades de debates, indagación, discusión de temas polémicos donde se manifieste las interacciones CTSA, e incluso, en la completa ausencia de actividades que permitan la aplicación al día a día de los nuevos conocimientos y actividades prácticas, experimentales, de laboratorio y/o que involucren a los alumnos en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico donde se manifieste las interacciones CTSA

4.2.4. Discusión global de resultados: Comparación entre los libros de texto portugueses y los libros de texto españoles

Para hacer el estudio comparativo de los libros de texto de Ciencias portugueses de 5º y 6º curso (2ºCiclo) y los libros de texto de Ciencias españoles de 5º y 6º curso (3ºCiclo) se agruparon los resultados de los libros de texto portugueses. Esto fue posible porque los libros de texto de Ciencias portugueses de 5º/6º curso son de la misma editorial y autores y la forma de integración de la perspectiva de CTSA es la misma. Estos resultados se muestran en la tabla 29.

A partir del análisis que hicimos y por la observación de la tabla 29 es perceptible que la perspectiva CTSA está presente, tanto en los libros de texto portugueses (LTP) como en los libros de texto españoles (LTE), aunque de manera diferente.

En los libros de texto portugueses, algunos presentan la perspectiva CTSA integrada en los contenidos didácticos y/o en las actividades propuestas a lo largo de las diferentes unidades temáticas, así como en secciones propias denominadas CTSA (libros 5º/6ºMP1, 5º/6ºMP2 y 5º/6ºMP6), en otros se encuentra en secciones

denominadas CTSA o con otras denominaciones (libros 5°/6°MP3, 5°/6°MP4 y 5°/6°MP5).

Tabla 29: Incorporación de la perspectiva CTSA en los libros de texto portugueses (LTP) y en los libros de texto españoles (LTE).

Incorporación de la Perspectiva CTSA		LTP MP 5°/6°ano						LTE ME 5°/6°ano					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Presente	De forma integrada en los contenidos didácticos y en las actividades propuestas a lo largo de las diferentes unidades temáticas	x	x				x						
	De forma integrada en los contenidos didácticos y en las actividades propuestas en ciertas unidades temáticas.							x	x	x	x	x	x
	En secciones propias denominadas CTSA o con otras denominaciones	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Ausente		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

En los libros de texto españoles, la perspectiva CTSA está presente de forma integrada en los contenidos y actividades, pero sólo en ciertas unidades temáticas, casi siempre relacionadas con la Tecnología y los avances tecnológicos y/o con la conservación del medio ambiente. En estos libros, excepto en los 5°/6°ME3, siguen apareciendo secciones donde se pueden percibir interacciones CTSA, aunque no tengan esa designación, aparecen con denominaciones como: *El mundo que queremos*, *Planeta amigo*, *Ventanas al mundo*.

Independientemente de cómo se incorpora el enfoque CTSA en los libros, tanto portugueses como españoles, nos dimos cuenta de que el número de episodios es muy diferente, 332 en los LTP y 140 en los LTE. La tabla 30 registra el número de episodios por dimensión en los libros de texto de Ciencias de ambos países.

Tabla 30: Número de episodios por dimensión en los libros de texto portugueses y españoles de 5°/6°curso.

Dimensión	LTP	LTE
A – Discurso e información proporcionada	260 (78,3%)	124(88,6%)
B – Actividades de enseñanza/aprendizaje	72(21,7%)	16(11,4%)
Total	332(100%)	140(100%)

La observación de la tabla 30 permite percibir que el número de episodios identificados en los LTP de 5° y 6° curso representa casi el triple del número de episodios identificados en los LTE de los cursos equivalentes. Independientemente de esta discrepancia, tanto en los LTP como en los LTE, la dimensión que incluye más episodios es la dimensión *Discurso e información proporcionada*, con 260 episodios en los LTP y 124 episodios en los LTE. La dimensión *Actividades de enseñanza/aprendizaje* registró 72 episodios en los LTP y sólo 16 episodios en los LTE. En este caso, en lo que concierne a las actividades de enseñanza/aprendizaje, las sugerencias CTSA son muy limitadas o casi inexistentes. Una vez más, sin importar el número de episodios, estos resultados parecen indicar que los LTP y los LTE proporcionan, a los maestros y a los alumnos, referencias CTSA en el *Discurso/información proporcionada*, pero lo mismo no sucede con las *Actividades de enseñanza/aprendizaje*, cuyas propuestas son muy pocas en los LTP y casi inexistentes en los LTE.

En los LTP, los episodios de la dimensión *Discurso e información proporcionada* representan un 78,3% del total de episodios identificados y los episodios de la dimensión *Actividades de enseñanza/aprendizaje* corresponden a un 21,7% del total. En los LTE, los episodios de la dimensión *Discurso e información proporcionada* representan un 88,6% del total de episodios identificados y los episodios de la dimensión *Actividades de enseñanza/aprendizaje* representan un 11,4%. Esta realidad nos permite reflexionar que, tanto los autores de los LTP como los de los LTE, parecen tener más dificultades en incorporar la perspectiva CTSA en las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* que proponen que en el *Discurso e información* que proporcionan, tal vez porque es más difícil producir y desarrollar una actividad educativa CTSA que un texto, o tal vez debido a la falta de formación de índole CTSA.

Dado que el grado de cómo están explícitos los episodios CTSA identificados no siempre es el mismo, para una mejor percepción y análisis comparativo del estudio realizado en los LTP y los LTE, se presentan los resultados en forma gráfica. En primer lugar se presenta una gráfica con los datos global (gráfica de la figura 22) en la cual se ilustra el número de episodios explícitos e implícitos de las dos dimensiones analizadas (*Discurso e información proporcionada* y *Actividades de enseñanza/aprendizaje*), seguido por las gráficas por indicador para cada dimensión. En estas gráficas por indicador/dimensión (figuras 23 y 24) discriminamos el número de episodios por

indicador, que nos permite mostrar, de forma más completa, la comparación del número de episodios, sean explícitos o implícitos, de los LTP y LTE.

La gráfica de la figura 22 muestra, para efectos comparativos, el número de episodios explícitos e implícitos identificados por dimensión: *Discurso e información proporcionada* (dimensión A) y *Actividades de enseñanza/aprendizaje propuestas* (dimensión B), en los libros de texto portugueses (ver Anexo E) y en los libros de texto españoles.

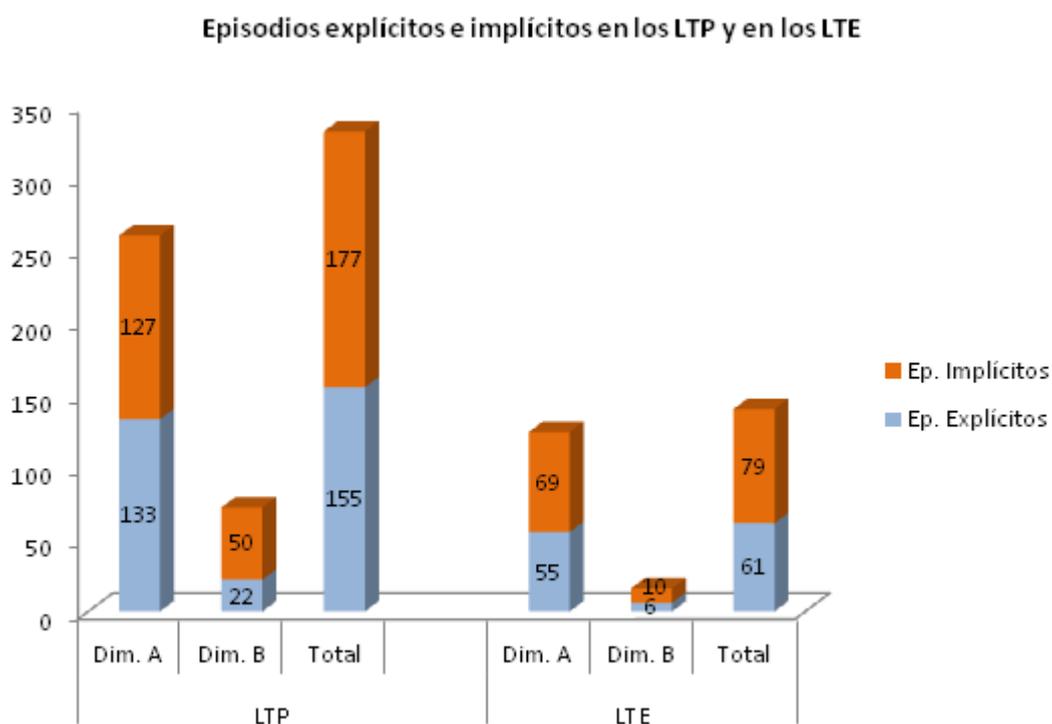


Figura 22: Número de episodios explícitos e implícitos por dimensión, A (*Discurso e información proporcionada*) e B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*), en los libros de texto portugueses (LTP) y en los libros de texto españoles (LTE).

Al observar la gráfica de la figura 22, se puede ver que el número de episodios implícitos es superior al número de episodios explícitos, tanto en los LTP (177 implícitos y 155 episodios explícitos), como en los LTE (79 implícitos y 61 episodios explícitos). Aunque los LTP presenten más episodios que los LTE, la relación entre los episodios explícitos e implícitos en los libros de cada país (LTP y LTE) es bastante similar. En los LTP los episodios explícitos corresponden a un 46,7% del total de episodios identificados y los implícitos corresponden a un 53,3%. En los LTE, los

episodios explícitos corresponden a un 43,6% del total de episodios identificados y los implícitos representan un 56,4%. Independientemente de las diferencias entre los LTP y los LTE, en términos de episodios CTSA, a partir de los datos disponibles consideramos que el número de episodios, en particular los explícitos (aquellos que manifiestan las interacciones CTSA de una manera clara y notable, especialmente para los estudiantes), no es suficiente para que se pueda decir que los libros de texto contribuyen a la promoción de una educación CTSA adecuada y deseable. Pues los episodios implícitos, aunque pueden contribuir a este objetivo van a depender de la formación que los profesores de Ciencias tengan de esta perspectiva de enseñanza, para poner de manifiesto las potenciales ideas CTSA que subyacen en el discurso o en las actividades, pero no son claramente perceptibles.

Además, y como ya se ha mencionado, la frecuencia de episodios explícitos e implícitos es muy diferente en las dos dimensiones consideradas en el instrumento de análisis (dimensión A - *Discurso e información proporcionada* y dimensión B - *Actividades de enseñanza/aprendizaje propuestas*) y también es diferente en relación con los indicadores de cada dimensión. Esta diferente distribución de episodios explícitos e implícitos por dimensión/indicador, que presentamos en las gráficas de las figuras 23 y 24, nos ayudará a tener una mejor percepción, fundamento y expansión de la conclusión presentada anteriormente, ya que nos permiten un análisis más detallado de los libros.

Observando la gráfica de la figura 23, en relación a la dimensión A, que se corresponde con el texto incluido en los libros, teniendo en cuenta el discurso y los contenidos CTSA que transmiten, constatamos que la mayoría de los episodios explícitos se refiere a 4 indicadores (A1, A4, A5 y A9), teniendo el indicador A7 alguna expresión en los LTE. Estos indicadores (A1, A4, A5 y A9) se centran en los episodios implícitos, teniendo también alguna expresión el indicador A2 en el caso portugués.

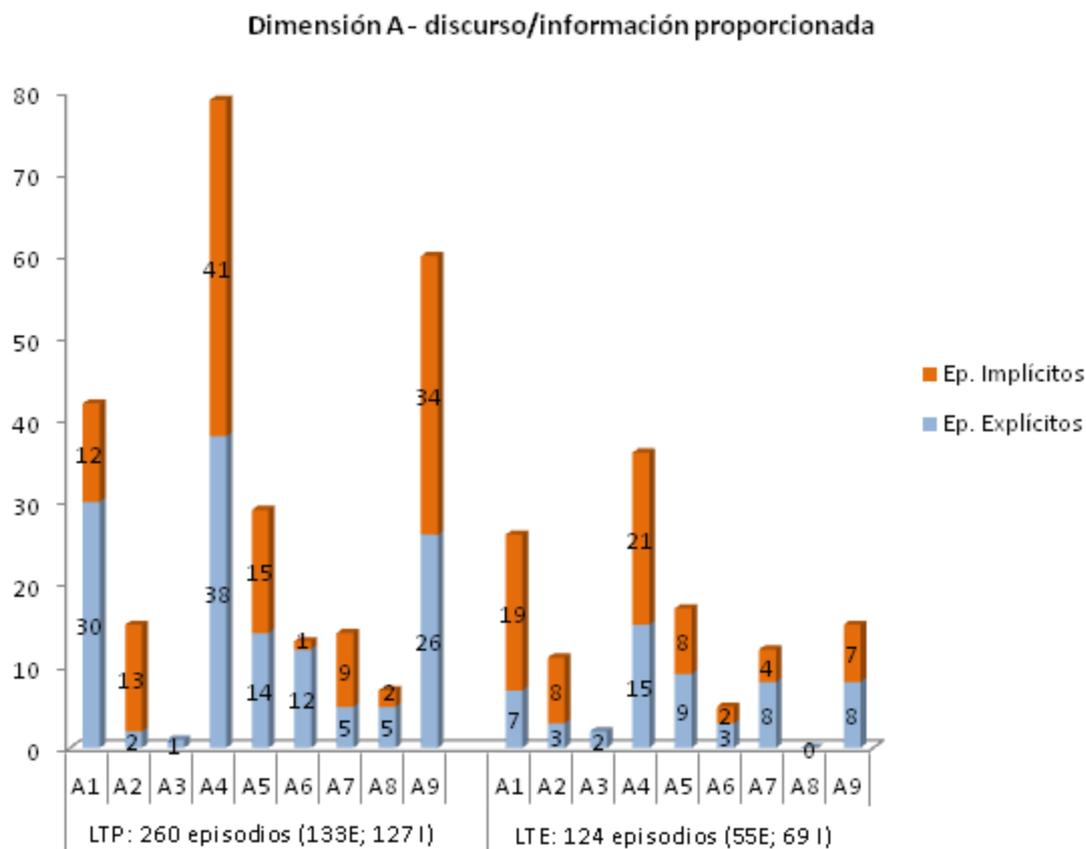


Figura 23: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión A (Discurso e información proporcionada), en los LTP y en los LTE.

En los libros de texto de los dos países, el indicador más representado con episodios explícitos es el indicador A4, relacionado con el desarrollo de actitudes críticas, pero fundamentadas científicamente, sobre problemas sociales y ambientales, teniendo los libros de texto portugueses, incluso, una buena representación (38 episodios explícitos). También los indicadores A1, A5 y A9, como podemos ver, tienen alguna expresión, particularmente en los LTP. Estos indicadores se refieren a la necesidad de explorar los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social (A1) y de dar ejemplos de tecnologías recientes que tienen aplicación en la vida cotidiana (A5) que, en relación con la expresión de otros indicadores, adquiere alguna representación en los LTE, tal vez porque la Tecnología y los avances tecnológicos son contenidos que forman parte del plan de estudios de la Educación Primaria en España. La necesidad de presentar información de diversas áreas del conocimiento, científico y tecnológico, que promueve la comprensión de las interacciones CTSA y el pensamiento crítico (A9), bastante valorada en los LTP, también en los LTE tiene cierta expresión, siendo uno de

los tres indicadores que presenta más episodios explícitos que implícitos aunque la diferencia sea mucho reducida.

A partir de estos resultados parece que se puede decir que las ideas CTSA en los libros de texto de ambos países se expresan principalmente en las cuestiones que abordan los problemas sociales y ambientales, en las que se les dan información que proviene del conocimiento científico y tecnológico, se explora la Ciencia en función de su utilidad social y dan ejemplos de la utilización de tecnologías recientes en el día a día como más relevantes para los LTP en relación a los LTE. Sin embargo, en muchos casos, todas estas evidencias y relaciones CTSA, no son claramente exploradas, quedando implícitas en el discurso proporcionado.

No parece haber pretensión de "ir más allá", porque, a menudo, los contenidos de Ciencias todavía asumen un carácter esencialmente disciplinar y transmisivo, no exploran la relación de interdependencia de la Tecnología con el conocimiento científico, siendo la Tecnología vista a menudo como un artefacto, un instrumento o una aplicación técnica que cumple las necesidades humanas. El trabajo de los científicos, las presiones que pueden sufrir (indicador A2) son pocas y, fundamentalmente implícitas en los libros de textos de ambos países, y hay poca información esclarecedora sobre cuestiones éticas, morales y sociales relacionadas con el trabajo de los científicos. En los LTE, se observa que estas informaciones son parte, casi exclusivamente, de los libros de texto 5º/6ºME2. Son raros los textos que informan sobre el trabajo realizado por los científicos en situaciones reales, sus motivaciones e intereses, las interacciones con otros científicos, la colectivización del conocimiento científico, o incluso, de sus éxitos y fracasos, y, por lo tanto, la dimensión psicológica y sociológica interna de la Ciencia rara vez se aborda en los libros. Hay poca información relacionada con los avances científicos y las ventajas de la aplicación de la Ciencia y de la Tecnología en la Sociedad y el Ambiente, y omiten los impactos, sobre todo los negativos, así como los límites de la aplicación de la Ciencia (indicador A6). Asimismo, las informaciones relacionadas con diferentes realidades tecnológicas que cambian la forma de vida de las personas omiten la influencia de la Sociedad en la aparición de diferentes realidades tecnológicas (indicador A7).

Destacamos, tanto en los LTP como en los LTE, la ausencia, casi absoluta, de temas relacionados con la Ciencia y la Tecnología que animen a los alumnos a cambiar de opinión, hacer analogías y dar explicaciones (indicado A3). La forma explícita de los

métodos, los pasos y las decisiones tomadas frente a los posibles usos por parte de la Sociedad (Indicador A8) en los LTP se relacionan con la aplicación de la actividad científica, métodos y procesos utilizados por la Ciencia/Tecnología y su uso por la Sociedad, están poco referenciados y, en los LTE, son inexistentes.

Por estas razones, nos damos cuenta que la perspectiva CTSA se incorpora en el *Discurso e información proporcionada*, tanto en los LTP como en los LTE, siendo más relevante en los LTP, pero en ambos de forma insuficiente y no explotado su potencial. Una vez más, consideramos que la interpretación de las ideas de los indicadores identificados, a veces en número muy reducido, y en su mayoría implícitos, depende de la formación que los profesores tienen para saber acercarse a la Ciencia desde la perspectiva de sus relaciones con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente.

Con respecto a las *actividades de enseñanza/aprendizaje* de los libros de texto (dimensión B), el gráfico de la figura 24 contiene los datos obtenidos por indicador explícito/implícito.

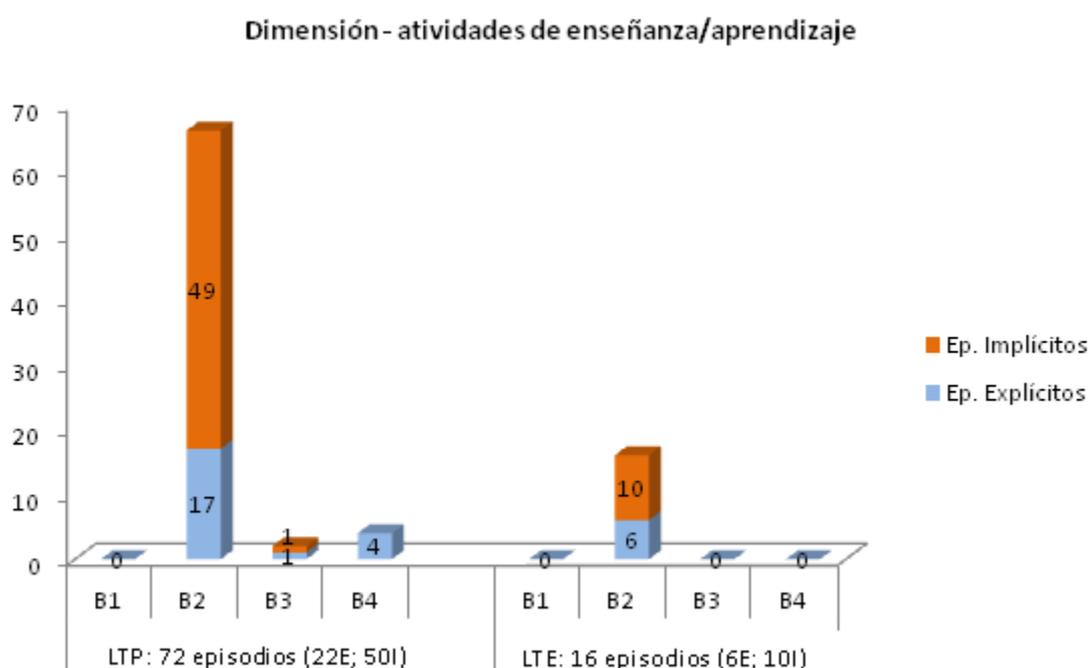


Figura 24: Episodios explícitos e implícitos por indicador de la dimensión B /Actividades de enseñanza/aprendizaje) en los LTP y en los LTE.

Los datos de esta gráfica muestran que las actividades de enseñanza/aprendizaje propuestos por los libros (dimensión B) no estimulan la comprensión de las interacciones CTSA. El único indicador con alguna representación, y sólo en los LTP,

es el indicador B2 (*Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico*) pero sobre todo con episodios en su mayoría implícitos.

En los LTP, aunque, muchas veces, las ideas CTSA son poco claras (preponderancia de episodios implícitos) se proponen, con cierto énfasis, actividades de simulación de la realidad, llevando al alumno a ponerse en el lugar del otro y a resolver problemas, a realizar debates, discusiones e indagaciones sobre cuestiones donde se manifiestan las interacciones CTSA. Sin embargo, los LTE lo hacen mucho menos. Sólo los LTP, y en este caso con poca relevancia, presentan al final de las actividades, situaciones de aplicación al día a día de nuevos conocimientos, donde están presentes las interacciones CTSA (indicador B4). Incluso con menor presencia, con sólo 2 episodios (1 explícito y 1 implícito), pero, también sólo en los LTP aparecen propuestas de actividades experimentales para entender y evaluar las interrelaciones CTSA, en particular aquellas que pueden interferir con la vida personal de alumnos. Ni unos ni otros (LTP y LTE) presentan propuestas que involucran a los alumnos en proyectos que desarrollan capacidades de pensamiento crítico. En los libros de texto españoles, al nivel de las actividades propuestas, el enfoque CTSA es muy limitado, sólo se identificaron episodios del indicador B2 (*Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad*), en número reducido y la mayor parte de carácter implícitos.

Tanto en los LTP como en los LTE, el número de evidencias identificadas son insuficientes para promover la Educación CTSA, en particular, con respecto a las actividades propuestas. En los LTE, la metodología utilizada que prevalece, aún más que en los LTP, para la enseñanza de las Ciencias es por transmisión de conocimientos, caracterizada por cuestiones cerradas y relacionadas con hechos. Concluimos afirmando que las actividades y proyectos de ámbito CTSA, que promueven debates, indagaciones, discusión de temas controvertidos, situaciones de aplicación al día a día, así como las actividades que establecen relaciones entre el trabajo experimental y el "saber hacer" relacionado con aspectos prácticos de la vida que promueven el pensamiento crítico parecen ser conceptualmente más difíciles de lograr que la construcción de la información CTSA. Estos datos son coherentes con los estudios desarrollados por Vázquez y Manassero (2012b), que señalan que los libros de texto tienden a enfocar los

aspectos relacionados con la perspectiva CTSA, casi siempre al inicio o al final, quedando olvidada en el resto del libro

Terminamos con la presentación de una tabla (tabla 31) donde se puede apreciar una visión global y comparativa del número de episodios explícitos (E) y implícitos (I), por indicador de cada dimensión, dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) y dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*), para los libros de texto portugueses (LTP) y para los libros de texto españoles (LTE).

Tabla 31: Episodios explícitos (E) e implícitos (I) por indicador contemplados en los libros de texto portugueses (LTP) y en los españoles (LTE).

		5º/6ºLTP						5º/6ºLTE					
		155E		177I		Total		61E		79I		Total	
		46,7%	53,3%	332	100%	43,6%	56,4%	140	100%	Episodios por indicador			
Dimensión	Indicadores (n=13)												
A - Discurso e información proporcionada	A1- Explora los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social.	30	9,0%	12	3,6%	42	12,7%	7	5,0%	19	13,6%	26	18,6%
	A2- Muestra que el trabajo de los científicos está, a menudo, influido por presiones sociales, políticas, religiosas y económicas.	2	0,6%	13	3,9%	15	4,5%	3	2,1%	8	5,7%	11	7,9%
	A3- En cuanto a la Ciencia y la Tecnología anima a los estudiantes a: (i) exponer ideas de forma independiente y voluntaria, (ii) cambiar de opinión, (iii) hacer analogías y (iv) dar explicaciones.	1	0,3%	0	0,0%	1	0,3%	2	1,4%	0	0,0%	2	1,4%
	A4 - Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales.	38	11,4%	41	12,3%	79	23,8%	15	10,7%	21	15,0%	36	25,7%
	A5- Da ejemplos de tecnologías recientes aplicadas a la vida cotidiana.	14	4,2%	15	4,5%	29	8,7%	9	6,4%	8	5,7%	17	12,1%
	A6 – Informa al alumno acerca de las ventajas y los límites de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología, y sus impactos en la Sociedad y el Ambiente.	12	3,6%	1	0,3%	13	3,9%	3	2,1%	2	1,4%	5	3,6%
	A7 - Identifica diferentes realidades tecnológicas, poniendo en evidencia cómo influyen en la vida de las personas y como estos cambios son el origen de otras realidades sociales.	5	1,5%	9	2,7%	14	4,2%	8	5,7%	4	2,9%	12	8,6%
	A8 – Propone prácticas experimentales explicando los métodos utilizados, aclarando los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, confrontando los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad.	5	1,5%	2	0,6%	7	2,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	A9 – Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de la interacción CTSA así como el pensamiento crítico.	26	7,8%	34	10,2%	60	18,1%	8	5,7%	7	5,0%	15	10,7%
Número de indicadores (Ind.) /episodios (Ep.) e en la dimensión A		9 Ind. /260 Ep.(78,3%)						8 Ind./124 Ep.(88,6%)					
B - Actividades de enseñanza/ aprendizaje	B1-Presenta propuestas que involucran los alumnos en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico acerca de cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA.	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	B2-Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico.	17	5,1%	49	14,8%	66	19,9%	6	4,3%	10	7,1%	16	11,4%
	B3-Propone actividades (trabajos de laboratorio, salidas al campo...), para explorar, comprender y evaluar la interrelación CTSA, principalmente las que puedan interferir en la vida personal de los alumnos y su futuro.	1	0,3%	1	0,3%	2	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	B4- Presenta, al final de las actividades, situaciones de aplicación a la vida cotidiana de nuevos conocimientos donde se manifieste la interacción CTSA.	4	1,2%	0	0,0%	4	1,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Número de indicadores (Ind.) y episodios (Ep.) en la dimensión B		3 Ind./72 Ep.(21,7%)						1Ind./16Ep.(11,4%)					
Número total de indicadores contemplados		12 Indicadores						9 Indicadores					

4.3. Relación entre los Documentos Oficiales Curriculares y los Libros de Texto, de Portugal y de España: Principales semejanzas y diferencias (3ª fase del Estudio)

En esta sección pretendemos analizar la recontextualización e interpretación que se hace en los libros de texto de Ciencias portugueses y españoles de las recomendaciones de los Documentos Oficiales Curriculares de cada país. Además, haremos este análisis de forma comparativa.

Este análisis fue hecho de acuerdo con las relaciones que se establece entre las dimensiones del instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares (IA/DOC) (tabla 3) y las dimensiones del instrumento de análisis de los libros de texto (IA/LT) (tabla 4), como se describe a continuación:

- 1 - Relación entre la dimensión *Finalidades* del IA/DOC y las dimensiones A (*Discurso e información proporcionada*) y B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*) del IA/LT.
- 2 - Relación entre la dimensión *Conocimientos* del IA/DOC y la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) del IA/LT.
- 3 - Relación entre la dimensión *Procedimientos Metodológicos* del IA/DOC y la dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*) del IA/LT.

4.3.1. Relación entre la dimensión Finalidades del IA/DOC y las dimensiones A y B del IA/LT

La dimensión Finalidades de la Educación en Ciencias, como se mencionó anteriormente, es el eje central de toda la relación entre los Documentos Oficiales Curriculares y los Libros de Texto, ya que la relaciona con las dimensiones A (*Discurso e información proporcionada*) y B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*) del instrumento de análisis de libros de texto.

La dimensión Finalidades del instrumento de análisis de Documentos Oficiales Curriculares (tabla 3), se compone de los parámetros F.P1 (*Desarrollo de capacidades*), F.P2 (*Desarrollo de actitudes y valores*) y F.P3 (*Educación para la Ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente*). Los indicadores de estos parámetros se relacionan con todos los indicadores de la dimensión A y con todos los indicadores de la dimensión B del instrumento de análisis de libros de texto.

La tabla 32 muestra la relación entre la dimensión Finalidades del IA/DOC y las dimensiones A (Discurso e información proporcionada) y B (Actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT.

Tabla 32: Relación entre la dimensión Finalidades del IA/DOC y las dimensiones A (Discurso e información proporcionada) y B (Actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT.

	Finalidades	Portugal	España
	43 Episodios (53,8%) en Port. y 43 Episodios (64,2%) en Esp.		
DOC	F.P1 – Desarrollo de capacidades F.P1.a. Propone el desarrollo de procedimientos científicos...la resolución de problemas y la mejora del pensamiento crítico.	Referencias mucho significativas y casi todas explícitas (50% episodios explícitos en Portugal y 61,2% en España).	
	F.P2 – Desarrollo de actitudes y valores F.P2.a. Fomenta el desarrollo de principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivas.	Valoran el desarrollo personal (capacidades, actitudes y valores) y social de los alumnos (educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente)	
	F.P3 – Educación para la ciudadanía, sostenibilidad, y medio ambiente F.P3.a. Promueve el desarrollo de decisiones conscientes, informadas y argumentadas frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente.		
	F.P3.b. Fomenta el compromiso del alumno en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente.		
LT	Discurso e información proporcionada (respectivos indicadores) 260 Episodios (78,3%) en Port. y 124 Episodios (88,6%) en Esp.	Referencias mayormente explícitas (40,1% Exp. y 38,2% Imp.).	Referencias mayormente implícitas (39,3% Exp. y 49,3% Imp.).
	Actividades de enseñanza/aprendizaje (respectivos indicadores) 72 Episodios (21,7%) en Port. y 16 Episodios (11,4%) en Esp.	Pocas actividades CTSA, mayormente implícitas (6,6% Exp. y 15,1% Imp.).	Raras actividades CTSA, mayormente implícitas (4,3% Exp. y 7,1% Imp.).

De acuerdo con el análisis realizado a los Documentos Oficiales Curriculares, se constató que tanto los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) como los Documentos Oficiales Españoles (DOE), valoran el desarrollo personal (capacidades y actitudes y valores: indicadores F.P1.a y F.P2.a) y social de los alumnos (educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente: indicadores F.P3.a y F.P3.b), y lo hacen de una manera muy clara y evidente. En ambos documentos se puede ver varios indicios explícitos que apuntan al desarrollo de capacidades, actitudes y valores en los que se consideran las preocupaciones sociales y medioambientales. Fueron identificadas varias evidencias que apuntan a la necesidad de desarrollar en los estudiantes principios y normas de conducta responsables y conscientes, sean individuales o colectivas. Es de destacar también, las referencias en los dos documentos, a la necesidad de desarrollar decisiones conscientes e informadas científicamente frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente, así como el compromiso de los alumnos en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente, a pesar de restringirse a la escala local.

A su vez, el análisis realizado a los libros de texto de Ciencias portuguesas y españolas, nos permitió darnos cuenta de que, tanto los LTP, como en los LTE, expresan las Finalidades de la Educación en Ciencias, ya sea en su *Discurso e información proporcionada* (dimensión A) o en las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* propuestas (dimensión B), aunque no de forma tan evidente como las Directrices Curriculares.

Tanto los LTP como los LTE, promueven el desarrollo de capacidades, principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivas, el desarrollo de decisiones conscientes, informada y argumentadas científicamente frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente e involucran al alumno en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente en su *Discurso e información proporcionada*. Sin embargo, en ambos casos (LTP y LTE) surgen esencialmente en secciones propias, en apartados de ciudadanía y valores, casi siempre al final o al principio de la unidad, o en algunas unidades relacionadas con la seguridad alimentaria y la protección del ambiente. En los LTE, estas referencias, además de ser menos significativas, son en su mayoría implícitas.

Con respecto a las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* propuestas por los libros de texto, se constató que en los LTP son pocas, y en los LTE son raras las

actividades que promueven el desarrollo personal y social de los alumnos de acuerdo con una Educación CTSA. Tanto los LTP como los LTE, presentan actividades con estrategias de resolución muy estandarizadas, cerradas y con solución inmediata que solo están orientadas hacia la repetición de las ideas expresadas en el texto que las acompaña. Se tratan de cuestiones de interpretación simple y directa del texto informativo, esencialmente de preguntas sobre hechos, que no contribuyen a una Educación CTSA. Prevalece la falta de actividades que impliquen al alumno en la investigación y argumentación científica, a la discusión y comunicación de resultados, a la interpretación de situaciones, a la interacción con sus pares, donde se manifiesten las interrelaciones CTSA que permitan el desarrollo personal (desarrollo de capacidad, valores y actitudes) y social (educación para la ciudadanía y la sostenibilidad) de los estudiantes propuestas en las finalidades de los DOC. Con respecto al desarrollo de los procedimientos científicos, a la resolución de problemas y a la mejora del pensamiento crítico, muchas de las actividades propuestas se refieren a los procedimientos científicos de observar, experimentar e interpretar, pero no “exigen” la comprensión de las interacciones CTSA.

Estos resultados muestran que, a pesar de que los DOP y los DOE enfatizan explícitamente el *por qué enseñar Ciencia* (dimensión Finalidades), en los LTP y en los LTE, estas referencias son menos explícitas, podría decirse que son esencialmente implícitas.

En vista de las consideraciones anteriores, nos damos cuenta de que cualquier profesor o autor de los libros de texto que consulten los Documentos Oficiales Curriculares, de uno y de otro país, tienen referencias muy claras sobre *por qué enseñar Ciencia* desde la perspectiva CTSA. Sin embargo, no sucede lo mismo con los estudiantes o profesores que utilicen y consulten los libros de texto analizados, cuya interpretación depende de la formación que los profesores tienen en el ámbito de esta perspectiva. Teniendo en cuenta estos resultados, podemos decir que los autores de los libros de texto portugueses y españoles no siguen adecuadamente, las directrices curriculares, en relación a las Finalidades de la Educación CTSA y, por lo tanto, parece razonable concluir que hay una discontinuidad negativa entre el discurso de los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de los dos países con respecto a *por qué enseñar Ciencia* desde la perspectiva CTSA.

4.3.2. Relación entre la Dimensión Conocimientos de IA/DOC y la Dimensión A (Discurso e información proporcionada) de IA/LT

Recordamos que la dimensión *Conocimientos (C)* del IA/DOC integra cinco parámetros (C.P1, C.P2, C.P3, C.P4 y C.P5) que, a su vez, se desdoblán en varios indicadores que se relacionan con uno o más indicadores de la dimensión A (Discurso e información proporcionada) de IA/LT.

Del parámetro C.P1 (*Relacionados con el enfoque de temas*) forman parte los indicadores **C.P1.a.** (*Sugiere el enfoque contextualizado de temas actuales, relacionados con los conocimientos previos de los alumnos y con su vida cotidiana*) y **C.P1.b.** (*Propone la discusión de temas científicos en función de su utilidad social*). Estos indicadores se relacionan con el indicador **A1** (*Explora los temas de Ciencias en función de su utilidad social*) del IA/LT.

La tabla 33 presenta la relación entre la dimensión Conocimientos (*Parámetro C.P1 - Relacionados con el enfoque de temas*) del IA/DOC y la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) del IA/LT.

De acuerdo con el análisis realizado a los Documentos Oficiales Curriculares, verificamos que, tanto en los DOP como en los DOE, se identificaron referencias claras y evidentes que apuntan a la necesidad de contextualizar la enseñanza de la Ciencia, a partir de los conocimientos previos de los alumnos y de su vida cotidiana. Ambos documentos expresan ideas CTSA con respecto a la discusión de temas científicos en función de su utilidad social, aunque los DOP sean más enfáticos, ya que realzan la importancia de los temas que hacen la Ciencia más motivadora, interesante y más útil para los estudiantes y menos desfasada de la realidad.

Tanto los LTP como los LTE, exploran los contenidos científicos en función de la utilidad social pero, la mayoría de estos contenidos de Ciencias, asumen un carácter esencialmente disciplinar, transmisivo y no se relaciona la dependencia de la Tecnología con el conocimiento científico y con la utilidad social. Esta situación es más comprometedor en los LTE, ya que las referencias CTSA son mayormente implícitas.

Tabla 33: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P1 - Relacionados con el enfoque de temas) del IA/DOC y la dimensión A del IA/LT.

Conocimientos CP1 – Relacionados con el enfoque de temas.		Portugal	España
9 Episodios (11,3%) en Port. y 5 Episodios (7,5%) en Esp.			
DOC	C.P1.a. - Sugiere el enfoque contextualizado de temas actuales, relacionados con los conocimientos previos de los alumnos y con su vida cotidiana.	Referencias CTSA todas explícitas (11,3% Exp.). Enfoque contextualizado de las Ciencias relacionado con los conocimientos previos de los alumnos y con su vida cotidiana (1 Ep./ 1,3%).	Referencias CTSA todas explícitas (7,5% Exp.). Enfoque contextualizado de las Ciencias relacionado con los conocimientos previos de los alumnos y con su vida cotidiana (2 Ep./3%).
	C.P1.b. - Propone la discusión de temas científicos en función de su utilidad social.	Discusión de temas científicos en función de su utilidad social (8Ep./10%).	Discusión de temas científicos en función de su utilidad social (3Ep./4,5%).
LT	Discurso e información proporcionada A1 - Explora los tópicos de Ciencias en función de su utilidad social.	Referencias CTSA bastante significativas y casi todas explícitas (9% Exp. y 3,6% Imp.). No parten de los conocimientos previos de los alumnos. Exploran la Ciencia en función de la utilidad social; Algunos contenidos de Ciencias asumen un carácter esencialmente disciplinar y transmisivo.	Referencias CTSA bastante significativas, casi todas implícitas (5% Exp. y 13,6% Imp.). No parten de los conocimientos previos de los alumnos. Exploran la Ciencia en función de la utilidad social; Muchos contenidos de Ciencias asumen un carácter esencialmente disciplinar y transmisivo.
	42 Episodios (12,7%) en Port. y 26 Episodios (18,6%) en Esp.		

Del parámetro C.P2 (*Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos*) forman parte los indicadores **C.P2.a.** (*Analiza situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas*) y **C.P2.b.** (*Trata las ventajas y los límites del conocimiento científico-tecnológico, así como sus impactos en la sociedad y en el ambiente*). Este indicadores se corresponden con los indicadores **A6** (*Informa al alumno acerca de las ventajas y los límites de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología y sus impactos en la Sociedad y el Ambiente*), **A7** Identifica diferentes

realidades tecnológicas, poniendo en evidencia cómo influyen en la vida de las personas y cómo estos cambios son el origen de otras realidades sociales. (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, poniendo en evidencia la forma cómo influyen en la vida de las personas y como estos cambios son el origen de otras realidades sociales*), y **A8** (*Propone prácticas experimentales explicando los métodos utilizados, aclarando los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, confrontando los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad*), del instrumento de análisis de los libros de texto.

La tabla 34 presenta la relación entre la dimensión *Conocimientos* (Parámetro C.P2 - Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos) del IA/DOC y la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) del IA/LT.

A partir de los datos presentados podemos observar que, tanto en los DOP como en los DOE, se identificaron algunas referencias claras y evidentes que apuntan a la necesidad de abordar las ventajas y los límites del conocimiento científico y tecnológico, a pesar de que omiten sus impactos en la Sociedad y el Ambiente. Sin embargo, los documentos de los dos países, no sugieren referencias acerca de situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas. Es decir, no muestran como la Ciencia y la Tecnología sufrió presiones, tanto negativas como positivas, de la Sociedad y del Ambiente, y no informan sobre situaciones socio-ambientales, pasadas o recientes, para las cuales fue necesario investigar nuevas soluciones científicas y tecnológicas.

A su vez, en los libros de texto portugueses y españoles, hay poca información relacionada con los avances científicos y la Sociedad/Ambiente. Los LTP, con referencias casi todas explícitas, y los LTE, menos representativos y con similar número de referencias explícitas e implícitas, tales como los respectivos Documentos Oficiales, Curriculares, abordan las ventajas de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad y el Ambiente, pero omiten sus límites. También omiten sus impactos en la Sociedad y el Ambiente, tales como los DOC. Tanto los LTP (referencias casi todas implícitas), como los LTE (referencias casi todas explícitas y alguna expresión en relación general) identifican diferentes realidades tecnológicas que cambian la forma de vida de las personas. Sin embargo, así como los DOC, también omiten la influencia de la Sociedad en la aparición de estas realidades tecnológicas. Lo mismo se aplica a la información y cuestiones relacionadas con las prácticas experimentales, explicando los métodos, pasos y decisiones tomadas frente al posible uso por la Sociedad. En los LTP

estas informaciones relacionadas con la aplicación de la actividad científica, métodos y procesos utilizados por la Ciencia/Tecnología y su uso por la Sociedad, están poco referenciadas y, en los LTE, son inexistentes.

Tabla 34: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P2 - Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos) del IA/DOC y la dimensión A (Discurso e información proporcionada) del IA/LT.

Conocimientos			
CP2 – Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos.			
3Episodios (3,8%) en Port. y 2 Episodios (3%) en Esp.		Portugal	España
DOC	C.P2.a. - Analiza situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas (cuestiones éticas, desigualdades socioculturales...)	Omiten la influencia de la Sociedad en los nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas.	
	C.P2.b. - Trata las ventajas y los límites del conocimiento científico-tecnológico, así como sus impactos en la sociedad y en el ambiente.	Se refieren a las ventajas y a los límites del conocimiento científico-tecnológico, pero omiten sus impactos en la Sociedad y en el Ambiente (referencias explícitas pero poco significativas,). (3Ep./3,8% en Port. y 2 Ep./3% en Esp.)	
LT	Discurso e información proporcionada	Abordan las ventajas de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad y el Ambiente, pero omiten sus límites y sus impactos, principalmente negativos, en la Sociedad y el Ambiente.	
	A6 - Informa al alumno acerca de las ventajas y los límites de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología y sus impactos en la Sociedad y el Ambiente.	Referencias casi todas explícitas, pero poco significativas (3,6% Exp. y 0,3% Imp.).	Sólo 3 referencias explícitas (2,1%) y 2 implícitas (1,4%).
	13Episodios (3,9%) en Port. y 5 Episodios (3,6%) en Esp.		
	A7 - Identifica diferentes realidades tecnológicas, poniendo en evidencia cómo influye en la vida de las personas y cómo estos cambios son el origen de otras realidades sociales.	Identifica diferentes realidades tecnológicas que influyen en la vida de las personas, pero omiten la influencia de la Sociedad en el origen de estas tecnologías.	
	14Episodios (4,2%) en Port. y 12 Episodios (8,6%) en Esp.	Referencias poco significativas y casi todas implícitas (1,5% Exp. y 2,7% Imp.).	Referencias con alguna expresión (en relación al general) y casi todas explícitas (5,7% Exp. y 2,9% Imp.).
	A8 - Propone prácticas experimentales explicando los métodos utilizados, aclarando los pasos y el por qué de las decisiones tomadas, confrontando los resultados con los posibles usos por parte de la Sociedad.	Describen la aplicación de la actividad científica, métodos y pasos utilizados por la Ciencia/Tecnología y su utilidad por parte de la Sociedad	Omiten la aplicación de la actividad científica, métodos y pasos utilizados por la Ciencia/Tecnología y su utilidad por parte de la Sociedad.
	7Episodios (2,1%) en Port. y 0 Episodios (0%) en Esp.	Referencias poco significativas y casi todas implícitas (1,5% Exp. y 0,6% Imp.).	

Del parámetro C.P3 (*Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales*) forman parte los indicadores **C.P3.a.** (*Pone de manifiesto las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología*), **C.P3.b.** (*Destaca los cambios en las condiciones de vida de las personas - hábitos, estilo de vida, creación de nuevos recursos, etc. - relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos*) y **C.P3.c.** (*Enfatiza los impactos de la Sociedad y del Ambiente en los avances científico-tecnológicos*). Estos indicadores se corresponden con los indicadores **A3** (*En cuanto a la Ciencia y la Tecnología anima a los estudiantes a: exponer ideas de forma independiente y voluntaria, cambiar de opinión, hacer analogías y dar explicaciones*), **A4** (*Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales*), **A5** (*Da ejemplos de tecnologías recientes aplicadas a la vida cotidiana*) y **A7** (*Identifica diferentes realidades tecnológicas, poniendo en evidencia cómo influyen en la vida de las personas y como estos cambios son el origen de otras realidades sociales*) del IA/LT.

La tabla 35 presenta la relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P3 - *Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales*) del IA/DOC y la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) del IA/LT.

De acuerdo con los datos de la tabla 35 podemos ver que los DOP expresan más ideas CTSA en lo que concierne a las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología, aunque los DOE también lo hagan. A su vez, los DOE enfatizan más cambios en las condiciones de vida de las personas relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos. Tal vez, como se ha mencionado en el análisis comparativo de DOC, porque este tema forma parte del plan de estudios de la Educación Primaria de 3^{er} Ciclo de Educación Primaria en España y, por lo tanto, ponen de manifiesto la influencia de los avances de la Ciencia y la Tecnología en las condiciones de vida de las personas. Los dos documentos (DOP y DOE) omiten aspectos relacionados con los impactos de la Sociedad y el Ambiente en los avances científicos y tecnológicos.

Tabla 35: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P3 - *Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales*) del IA/DOC y la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) del IA/LT.

Conocimientos: CP3 – Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales.		Portugal	España
10Episodios (12,5%) en Port. y 11 Episodios (16,5%) en Esp.			
DOC	C.P3.a - Pone de manifiesto las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología.	Referencias significativas, todas explícitas (6 Ep./7,5% Exp.) .	Referencias poco significativas, todas explícitas (2Ep./3%Exp.).
	C.P3.b - Destaca los cambios en las condiciones de vida de las personas relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos.	Referencias poco significativas, todas explícitas (4Ep./5% Exp.).	Referencias significativas, casi todas explícitas (8Ep/12% Exp. y 1Ep./1,5% Imp.).
	C.P3.c - Enfatiza los impactos de la sociedad y del ambiente en los avances científico-tecnológicos.	Omiten los impactos de la Sociedad y del Ambiente en los avances científico-tecnológicos.	
Discurso e información proporcionada			
A3 - En cuanto a la Ciencia y la Tecnología anima a los estudiantes a: (i) exponer ideas de forma independiente y voluntaria, (ii) cambiar de opinión, (iii) hacer analogías, (iv) dar explicaciones.		1 Referencia explícita (0,3%).	2 Referencias explícitas (1,4%).
1Ep. (0,3%) en Port. y 2Ep. (1,4%) en Esp.			
LT	A4 - Permite desarrollar una actitud crítica y fundamentada científicamente frente a los problemas sociales y ambientales.	Referencias muy significativas, mayormente implícitas (11,4% Exp. y 12,3% Imp.).	Referencias muy significativas, casi todas implícitas (10,7% Exp. y 15% Imp.).
	79 Episodios (23,8%) en Port. y 36Episodios (25,7%) en Esp.		
	A5 - Da ejemplos de tecnologías recientes aplicadas a la vida diaria.	Referencias significativas con similar nº de explícitas (4,2%) y implícitas (4,5%).	Referencias significativas con similar nº de explícitas (6,4%) y implícitas (5,7%).
	29Episodios (8,7%) en Port. y 17Episodios (12,1%) en Esp.		
A7 - Identifica diferentes realidades tecnológicas, poniendo en evidencia cómo influyen en la vida de las personas y cómo estos cambios son el origen de otras realidades sociales.		Identifican diferentes realidades tecnológicas que cambian la vida de las personas, pero omiten la influencia de la Sociedad en la aparición de estas tecnologías	
14Episodios (4,2%) en Port. y 12 Episodios (8,6%) en Esp.		Referencias poco significativas, mayormente implícitas (1,5% Exp. y 2,7% Imp.).	Algunas referencias y casi todas explícitas (5,7% Exp. y 2,9% Imp.).

A su vez, tanto los LTP, como los LTE, expresan muchas ideas CTSA, en su mayoría implícitas, en cuanto a los temas que abordan los problemas sociales y ambientales. Pero, a menudo, contrariamente a lo que sugieren los respectivos DOC, no evidencian las relaciones entre la Ciencia y la Tecnología, es decir, no evidencian el conocimiento científico y tecnológico como forma de minimizar estos problemas socio-ambientales. Es de destacar la insuficiencia de información, en los LTP y LTM, que permita a los estudiantes cambiar sus opiniones, hacer analogías, dar explicaciones, opinar y argumentar científicamente en el ámbito de la Ciencia y la Tecnología. Como se mencionó anteriormente, tanto los LTP, como los LTE, identifican diferentes realidades tecnológicas que cambian la forma de vida de las personas. Sin embargo, así como los DOC, también omiten la influencia de la Sociedad en la aparición de estas realidades tecnológicas. Los LTE y los LTP dan ejemplos de tecnologías recientes aplicadas al día a día, pero esta información es más realzada en los LTE porque la Tecnología y los avances tecnológicos son contenidos que forman parte del programa de la Educación Primaria en España.

El parámetro C.P4 (*Diversidad de temas y contenidos científicos*) está representado por el indicador **C.P4.a.** (*Da prioridad al estudio de contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las inter-relaciones CTSA*). Éste indicador se corresponde con el indicador **A9** (*Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere la comprensión de la interacción CTSA así como el pensamiento crítico*) del IA/LT.

La tabla 36 presenta la relación entre la dimensión *Conocimientos* (Parámetro C.P4 - *Diversidad de temas y contenidos científicos*) del IA/DOC y la dimensión A (*Discurso e información proporcionada*) del IA/LT.

El análisis comparativo efectuado a los DOC nos ha puesto de manifiesto que, los DOP no sugieren la exploración de contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las inter-relaciones CTSA. En los DOE, esta referencia se presenta de forma implícita y aislada, lo que sugiere que el conocimiento científico debería abordarse en conexión con otras áreas del conocimiento.

Tabla 36: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P4 - Diversidad de temas y contenidos científicos) del IA/DOC y la dimensión A (Discurso e información proporcionada) del IA/LT.

Conocimientos			
CP4 – Diversidad de temas y contenidos científicos.		Portugal	España
DOC	0 Episodios (0%) en Port. y 1 Episodios (1,5%) en Esp.		
	C.P4.a - Da prioridad al estudio de contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las inter-relaciones CTSA.	Sin referencias.	Solo una referencia implícita (1,5%).
LT	Discurso e información proporcionada	Referencias bastante significativas, mayormente implícitas (7,8% Exp. y 10,2% Imp.).	Referencias significativas con similar nº de explícitas (5,7%) e implícitas (5%).
	A9 - Presenta información que proviene de diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA, así como el pensamiento crítico.		
	60 Episodios (18%) en Port. y 15 Episodios (10,7%) en Esp.		

Por otra parte, los LTP presentan bastante información, en su mayoría implícita, que proviene del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA, así como el pensamiento crítico, pero sólo relacionada con la Sociedad y los problemas ambientales. En los LTE, esta información, aunque esté presente, es menos evidente que en los LTP. Creemos que esta realidad puede ser debida a la naturaleza de los temas y contenidos científicos del 5º y 6º curso como, por ejemplo, la reproducción humana, el funcionamiento del cuerpo humano, la importancia de las plantas para el mundo vivo, la calidad del aire, entre otros, en los cuales se pueden abordar información que proviene del conocimiento científico y tecnológico para explorar las cuestiones sociales y ambientales.

Del parámetro **C.P5** (*Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico*) forman parte los indicadores **C.P5.a.** (*Presenta datos relacionados con la naturaleza y la historia de la Ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo de los tiempos*), **C.P5.b.** (*Propone el conocimiento de una forma no dogmática*) y **C.P5.c.** (*Informa sobre el trabajo y función del científico, así como de posibles presiones sociales, políticas, religiosas o económicas que puede sufrir*). Estos indicadores se corresponden con el indicador **A2** (*Muestra que el trabajo de los*

científicos es, a menudo, influido por presiones sociales, políticas, religiosas y económicas) del IA/LT.

La tabla 37 presenta la relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P5 - *Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico*) del IA/DOC y la dimensión A (Discurso e información proporcionada) del IA/LT.

Tabla 37: Relación entre la dimensión Conocimientos (Parámetro C.P5 - *Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico*) del IA/DOC y la dimensión A (Discurso e información proporcionada) del IA/LT.

Conocimientos: CP5 – Naturaleza del conocimiento científico-tecnológico.		Portugal	España
3 Episodios (3,8%) en Port. y 1 Episodios (1,5%) en Esp.			
DOC	C.P5.a - Presenta datos relacionados con la naturaleza y la historia de la Ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo de los tiempos.	Naturaleza/historia de la Ciencia, construcción y carácter provisorio del conocimiento científico (3 Ep./3,8% Exp.).	Naturaleza/historia de la Ciencia, construcción del conocimiento científico (1Ep. /1,5% Exp.).
	C.P5.b - Propone el conocimiento de una forma no dogmática.		
	C.P5.c - Informa sobre el trabajo y función del científico, así como de posibles presiones sociales, políticas, religiosas o económicas que puede sufrir.	Omiten el trabajo de los científicos y las presiones que puede sufrir.	Omiten el carácter provisional del conocimiento científico y el trabajo de los científicos y las presiones que pueden sufrir.
LT	Discurso e información proporcionada	Pocas referencias y casi todas implícitas (0,6% Exp. y 3,9% Imp.).	Referencias poco significativas y casi todas implícitas, casi exclusivamente de los libros de texto 5º/6ºME2 (2,1% Exp. y 5,7% Imp.).
	A2 - Muestra que el trabajo de los científicos es, a menudo, influido por presiones sociales, políticas, religiosas y económicas. 15 Episodios (4,5%) en Port. y 11 Episodios (7,9%) en Esp.		

La tabla 41 permite percibir que, tanto los DOP como los DOE, sugieren explícitamente, aunque de forma puntual y aislada, el enfoque de la naturaleza y la historia de la Ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo del tiempo, refiriéndose a la Ciencia como una construcción social y humana que trata de resolver los problemas reales de la vida diaria. Sólo en los DOP, se identificaron referencias claras sobre la naturaleza no dogmática del conocimiento científico, informando que su construcción es de carácter provisional y evolutivo. Sin embargo, los

mismos documentos omiten aspectos relacionados con el trabajo de los científicos, es decir, no señalan la necesidad de abordar las cuestiones éticas y morales relacionadas con el trabajo de los científicos y las posibles presiones que pueda sufrir.

Por otra parte, en los LTP son raros los textos que informan acerca de la construcción del conocimiento científico, señalando que este es el resultado de un trabajo colectivo entre los científicos, que informan sobre el trabajo realizado por los científicos en situaciones reales, sobre las presiones que pueda sufrir, sobre sus motivaciones e intereses, o incluso, sobre sus éxitos y fracasos y, por tanto, la dimensión psicológica y sociológica interna de la Ciencia rara vez se aborda en los libros de texto. En el caso de los LTE, la situación es aún más limitada, ya que estos datos son parte, casi exclusivamente, de los libros de texto 5º/6ºME2.

Según los datos presentados, en lo que concierne a *qué Ciencia enseñar* (dimensión Conocimientos), podemos decir que las referencias a los conocimientos CTSA pueden ser claramente entendidas por cualquier profesor o autor de los libros de texto que consulte los DOP y los DOE, aunque sean pocos y, en algunas ocasiones, poco expresivos y/o omiten los aspectos relacionados con la naturaleza de la Ciencia (el carácter y la construcción del conocimiento científico, las características, los valores morales y éticos de los científicos, el trabajo colectivo de los científicos, etc.) y la discusión de temas científicos controvertidos y socialmente pertinentes, en particular aquellos en los que la Sociedad y el Ambiente influyen en el progreso de la Ciencia y la Tecnología.

A su vez, tanto los LTP, como los LTE, incorporan referencias CTSA explícitas en su *Discurso e información proporcionada*. Sin embargo, a pesar de que los DOP y los DOE presentan referencias CTSA, casi todas explícitas, en cuanto a *qué Ciencia enseñar*, en los libros de texto estas referencias CTSA son en su mayoría implícitas.

Creemos que las referencias puntuales sugeridas en el DOC, tal vez puedan pasar desapercibidas a los autores de libros de texto, especialmente sin formación CTSA. Una vez más, esta realidad nos lleva a reflexionar que la interpretación de las relaciones CTSA en el *Discurso e información proporcionada* en los libros de texto depende de la formación de los profesores en CTSA. Las relaciones implícitas CTSA dadas en el *Discurso e información proporcionada* por los libros de texto, portugueses y españoles, sólo serán perceptibles para los profesores con algún tipo de formación de índole CTSA, y nunca para los alumnos.

Teniendo en cuenta estos resultados, podemos decir que los autores de los libros de texto, portugueses y españoles, no interpretan, de manera adecuada, las orientaciones curriculares, en relación a los Conocimientos necesarios de índole CTSA. Podemos concluir que hay una “discontinuidad negativa” entre los Documentos Oficiales Curriculares (DOC) y los libros de texto (ME) de los dos países con respecto a *qué Ciencia enseñar*, en particular, a nivel de los límites de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Sociedad y Ambiente y las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología. Sin embargo, en lo que respecta a la información que proviene del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA se puede decir que en el caso de los LTE, hay una discontinuidad favorable, “discontinuidad positiva”, ya que, contrariamente a los respectivos DOE, los libros expresan bastante información explícita, aunque alguna sea implícita. En los LTP, esta discontinuidad positiva es más acentuada, ya que los DOP no dicen nada acerca de esto. Del mismo modo, en lo que respecta a la información sobre el trabajo de los científicos y las posibles presiones que puede sufrir, podemos decir que hay una discontinuidad positiva entre el discurso de los DOC y los libros de texto de los dos países, ya que tanto los LTP como los LTE, contrariamente a los respectivos DOC, presentan alguna información en éste ámbito, aunque en su mayoría implícita.

4.3.3. Relación entre la Dimensión Procedimientos Metodológicos del IA/DOC y la Dimensión B (actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT

Recordamos que la dimensión Procedimientos Metodológicos (PM) está representada por el parámetro PM.P.1 (*Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza*) que, a su vez, se desdobra en los indicadores **PM.P1.a.** (*Propone el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula*), **PM.P1.b.** (*Propone la realización de actividades prácticas, experimentales, de laboratorio, salidas de campo...para explorar las relaciones CTSA*) y **PM.P1.c.** (*Promueve la participación activa del alumno en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA*). Estos indicadores se corresponde con los indicadores de la dimensión B de IA/LT: **B1** (*Presenta propuestas que involucran a los alumnos en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico acerca de las cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA*), **B2** (*Propone actividades diversificadas de simulación de la*

realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y promuevan capacidades de pensamiento crítico), B3 (Propone actividades prácticas, experimentales, de laboratorio,..., para explorar, comprender y evaluar las interrelaciones CTSA, principalmente las que puedan interferir en la vida personal de los alumnos y su futuro) y B4 (Presentan, al final de las actividades propuestas, situaciones de aplicación al día a día de nuevos conocimientos, donde se manifieste las interacciones CTSA).

La tabla 38 presenta la relación entre la dimensión Procedimientos metodológicos (Parámetro PM.P1 - Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza) del IA/DOC y la dimensión B (Actividades de enseñanza/aprendizaje) del IA/LT.

Como se mencionó en el análisis comparativo realizado a los DOC, tanto los DOP como los DOE sugieren el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula. Esta sugerencia, si bien no se relaciona directamente con la perspectiva CTSA, permite desarrollar competencias necesarias para su comprensión. Los DOP proponen algunas sugerencias para realizar actividades prácticas, experimentos, trabajos de laboratorio, salidas de campo...para explorar las relaciones CTSA y que involucren al estudiante en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA. A su vez, en los DOE, estas sugerencias son casi inexistentes.

En cuanto a los libros de texto, tanto los LTP como los LTE, presentan propuestas de actividades de enseñanza/aprendizaje en las que las ideas de los indicadores estaban implícitas. Los LTP muestran algunas actividades de resolución de problemas, debates, discusiones, indagaciones sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA, así como la promoción de la capacidad de pensamiento crítico. Pero son raras las situaciones de aplicación al día a día de los nuevos conocimientos y las actividades prácticas como experimentos, trabajos de laboratorio, para explorar, entender y evaluar las interrelaciones CTSA. Por otro lado, no involucran a los estudiantes en proyectos que promueven el pensamiento crítico acerca de las cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA. En el caso de los LTE, la situación es más limitada.

Tabla 38: Relación entre la dimensión Procedimientos Metodológicos (Parámetro PM.P1 - *Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza*) del IA/DOC y la dimensión B (*Actividades de enseñanza/aprendizaje*) del IA/LT.

Procedimientos Metodológicos PM.P.1 – Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza.		Portugal	España
12 Episodios (15%) en Port. y 4 Episodios (6%) en Esp.			
DOC	PM.P1.a – Propone el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula.	Algunas referencias explícitas (6 Ep./7,5% Exp. en Portugal y 3Ep./4,5% Exp. en España).	
	PM.P1.b - Propone la realización de actividades prácticas, experimentales, de laboratorio, salidas de campo...para explorar las relaciones CTSA.	1 Referencia explícita (1,3%) y 1 implícita (1,3%).	Sin referencias
	PM.P1.c - Promueve la participación activa del alumno en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA.	3 Referencias explícitas (3,8%) y 1 implícita (1,3%).	1 Referencia explícita (1,5%).
Actividades de enseñanza/aprendizaje			
72 Episodios (21,7%) en Port. y 16 Episodios (11,4%) en Esp.			
			Sin referencias
	B1 - Presenta propuestas que involucran a los alumnos en proyectos promotores de capacidades de pensamiento crítico acerca de las cuestiones donde se manifieste las interacciones CTSA.		
ME	B2 - Propone actividades diversificadas de simulación de la realidad, llevando al estudiante a ponerse en el lugar del otro, a resolver problemas, realizar debates, discusiones, pesquisas sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA y capacidad de pensamiento crítico.	Referencias con alguna representatividad , pero mayormente implícitas (14,8% implícitas frente a 5,1% explícitas del total).	Referencias poco significativas, casi todas implícitas. (7,1% implícitas frente a 4,3% explícitas del total).
	B3 - Propone actividades prácticas, experimentales, de laboratorio,..., para explorar, comprender y evaluar las interrelaciones CTSA, principalmente las que puedan interferir en la vida personal de los alumnos y su futuro.	1 Referencia explícita (0,3%) y 1 implícita (0,3%).	Sin referencias
	B4 - Presentan, al final de las actividades propuestas, situaciones de aplicación al día a día, de nuevos conocimientos, donde se manifieste las interacciones CTSA.	4 Referencias explícitas (1,2%).	Sin referencias

De hecho, en relación a la dimensión *Procedimientos Metodológicos*, pudimos observar que, a pesar de insuficientes referencias CTSA, en los DOP son casi, exclusivamente explícitas, y en los DOE, aunque todas son explícitas, son en número bastante más reducido. Estos resultados nos permiten constatar que los DOP sugieren pocas referencias acerca de *cómo enseñar Ciencia* en perspectiva CTSA. Para los DOE, esta situación es aún más limitada y, como tal, no ayuda a los maestros a implementar estrategias y actividades de enseñanza del ámbito CTSA. Por lo tanto, ambos documentos proporcionan poca información u orientación metodológica para que los docentes puedan implementar actividades y estrategias de enseñanza donde se manifiestan las interacciones CTSA.

Una vez más, la interpretación de las relaciones CTSA en las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* propuestas en los libros de texto depende de la formación de profesores en CTSA. Las relaciones implícitas CTSA ofrecidas en las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* propuestas, tanto en los LTP como en los LTE, sólo serán perceptibles para los profesores con algún tipo de formación CTSA y nunca para los estudiantes.

Por otra parte, los Documentos Oficiales Curriculares de ambos países (más limitado los DOE) dan poca información a los autores de los libros de texto sobre los procedimientos y estrategias de enseñanza CTSA que deben poner en práctica en las actividades propuestas de estos recursos educativos y, como tal, las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* CTSA que se proponen en los libros de texto son reducidas y mayormente implícitas.

Teniendo en cuenta que las sugerencias metodológicas CTSA en los Documentos Oficiales Curriculares (DOC) de Portugal y España son insuficientes, parece razonable concluir que hay una continuidad, aunque no deseable, podríamos decir una “continuidad negativa” entre estos documentos y los libros de texto (LT), con respecto a *cómo enseñar Ciencia*. Los DOC expresan pocas referencias en materia de actividades CTSA y los LT también. En el caso de los LT españoles la referencia a actividad CTSA es menos evidente que en los LT portugueses, o sea, en éstos es casi inexistente.

5. CONCLUSIONES

5.1. Introducción

En esta sección se presentan las principales conclusiones relacionadas a la 1ª, 2ª y 3ª fase de la investigación, las aportaciones del estudio, algunas sugerencias para futuras investigaciones y las limitaciones del estudio.

La finalidad de este estudio fue percibir si la perspectiva CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) se integraba y cómo lo hacía en los Documentos Oficiales Curriculares y en los libros de texto de Ciencias de la Educación Básica de Portugal y la Educación Primaria de España así como analizar la relación entre ellos en el ámbito de esta perspectiva.

De acuerdo con esta finalidad tratamos de responder a las preguntas de investigación que recordamos para facilitar la presentación de las principales conclusiones:

P1: ¿Las directrices de los Documentos Oficiales Curriculares de Ciencias de la Educación Básica en Portugal y España son coherentes con el actual paradigma didáctico de la enseñanza de las Ciencias según la perspectiva CTSA?

P1.1: ¿Las relaciones que se establecen entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente se expresan con claridad en los Documentos Oficiales Curriculares?

P2: ¿Los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias incorporan la perspectiva CTSA?

P2.1: ¿Los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias exploran los contenidos científicos de forma integrada con la Tecnología y con el impacto que tiene sobre la Sociedad y el Ambiente, destacando tanto los impactos positivos como los negativos?

P2.2: ¿Los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias hacen sugerencias de actividades de enseñanza/aprendizaje para que se aborden los contenidos según la perspectiva CTSA?

P2.3: ¿Las relaciones que se establecen entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente se expresan con claridad en los libros de texto que participan en el estudio, sea en el discurso proporcionado, sea en las actividades propuestas?

P3: ¿Qué relación existe, de continuidad (se contempla igual el enfoque CTSA) o discontinuidad (no se contempla igual el enfoque CTSA), entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias, con respecto a la perspectiva CTSA?

Las principales interpretaciones que se presentan en el siguiente apartado se refieren a las tres fases desarrolladas durante esta investigación que corresponden, respectivamente, a las preguntas previamente definidas. A continuación se presentan las principales conclusiones de cada sección, estructuradas en torno a esas cuestiones. En la primera presentamos las principales conclusiones sobre los Documentos Oficiales portugueses y españoles. En la segunda, se hace lo mismo para libros de texto de ambos países. En la tercera concluimos sobre la relación que existe entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto en Portugal y España respecto a la perspectiva CTSA. Terminamos con una síntesis general de las principales conclusiones del estudio.

5.2. Principales interpretaciones del estudio

5.2.1. Perspectiva CTSA en los Documentos Oficiales Curriculares Portugueses y Españoles (1ª fase del estudio)

A partir del análisis comparativo realizado a los Documentos Oficiales Curriculares percibimos que la perspectiva CTSA se incluye en los Documentos Oficiales Portugueses (DOP) y en los Documentos Oficiales Españoles (DOE), pero no siempre con el mismo grado de explicitud, no expresándose siempre con la misma claridad.

Se consideraron tres dimensiones de análisis, Finalidades (*¿por qué enseñar Ciencia?*), Conocimientos (*¿qué Ciencia enseñar?*) y Procedimientos Metodológicos (*¿cómo enseñar Ciencia*). Tanto en los DOP como en los DOE, la dimensión más valorada y con idéntica relevancia es la dimensión *Finalidades*, seguida por la dimensión *Conocimientos* (valorada de forma idéntica en ambos documentos) y, en tercer lugar, por la dimensión *Procedimientos Metodológicos*, más valorada en los DOP.

En cuanto a *por qué enseñar Ciencia* (dimensión Finalidades), casi todos los episodios identificados son explícitos y en número apreciable. Los Documentos

Oficiales de los dos países son muy enfáticos, pues promueven el desarrollo de capacidades, actitudes, valores y la educación para la ciudadanía, la sostenibilidad y el medio ambiente, y lo hacen de una manera muy clara y perceptible. Estos resultados nos permiten concluir que cualquier profesor que consulte estos documentos tiene referencias muy claras sobre *por qué enseñar Ciencia* desde la perspectiva CTSA.

En lo que concierne a *qué Ciencia enseñar* (dimensión Conocimientos), a pesar de que esta dimensión no muestra muchos episodios, destacamos que, en los DOP son todos explícitos, y en los DOE son casi todos explícitos. Los DOP expresan más ideas CTSA relacionadas con la discusión de temas científicos en función de su utilidad social y con las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología. A su vez, los DOE, también expresan ideas CTSA relacionadas con la utilidad social de temas científicos, pero enfatizan más los cambios en las condiciones de vida de las personas, relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo de los tiempos, probablemente, por ser este tema parte del plan de estudios de la Educación Primaria de 3^{er} Ciclo en España.

Igualmente, tanto en los DOP como en los DOE, fueron identificadas algunas referencias claras y evidentes que apuntan a la necesidad de un enfoque contextual de temas actuales relacionados con los conocimientos previos de los alumnos y con su día a día y con las ventajas y límites del conocimiento científico-tecnológico, pero omiten sus impactos en la Sociedad y el Ambiente. También se destaca, en los dos documentos, la referencia a la necesidad de abordar la naturaleza y la historia de la Ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo de los tiempos, refiriéndose a la Ciencia como una construcción social que busca resolver los problemas reales de la vida cotidiana, si bien lo hacen de forma puntual y aislada. Sin embargo, sólo en los DOP se identificaron referencias claras que presentan el conocimiento científico de una forma no dogmática, informando que su construcción es el resultado de un esfuerzo colectivo entre los científicos y tiene carácter provisional. A su vez, sólo en los DOE es identificada de forma implícita una única referencia que sugiere que el conocimiento científico debe ser abordado de forma articulada en combinación con otras áreas de conocimiento.

Tanto los DOP como los DOE, omiten informaciones relacionadas con: (i) situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas; (ii) los impactos en la Sociedad y en el Ambiente de la Ciencia y la Tecnología y (iii) el trabajo de los científicos y las cuestiones éticas y morales relacionadas con dicho trabajo y las

posibles presiones que estos pueden sufrir. Creemos que la conceptualización de estas ideas es más difícil, cuya adaptación al nivel de la Educación Primaria requiere especial atención y cuidado, ya que son complejos.

Estos resultados son coherentes con los estudios de García-Carmona y Criado (2012) y García-Carmona, Criado y Cañal (2014). Así como estos autores, consideramos que, a pesar de las referencias relacionadas con *qué Ciencia enseñar* estén presentes en los Documentos Oficiales de los dos países, estos documentos enfatizan poco, olvidándose, a menudo, de algunos aspectos relacionados con la construcción del conocimiento científico y sus relaciones con la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente.

Sin embargo, podemos decir que las referencias CTSA relacionadas con *qué Ciencia enseñar* (dimensión Conocimientos) pueden ser claramente entendidas por cualquier profesor que consulte estos documentos (DOP y DOE), a pesar de que son pocas y no se refieren a todos los aspectos relacionado con la naturaleza de la Ciencia y con la Educación CTSA.

En cuanto a *cómo enseñar Ciencia* (dimensión Procedimientos Metodológicos), a pesar de que, tanto en los DOP como en los DOE, se registró un número muy reducido de sugerencias metodológicas y, por lo tanto, insuficiente para promover una Educación CTSA, destacamos que, son, casi exclusivamente, explícitas. Sin embargo, estas sugerencias se refieren en su mayoría al uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula, que no están directamente relacionados con la perspectiva CTSA, aunque sí permitan desarrollar las capacidades necesarias para su comprensión. Aunque en número reducido para promover una Educación CTSA adecuada, hemos señalado que las sugerencias relacionadas con *cómo enseñar Ciencia* son más relevantes en los DOP que en los DOE. Los DOP proponen pocas sugerencias de realización de actividades prácticas, experimentos, trabajos de laboratorio, salidas de campo, actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, investigaciones sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA. Cuando lo hacen, casi siempre se presentan en situaciones específicas relacionadas con el medio ambiente.

Estos resultados nos permiten constatar que los DOP proporcionan poca información u orientación metodológica sobre cómo enseñar Ciencias en perspectiva CTSA. Estos documentos no ayudan a los maestros a poner en práctica estrategias y actividades de enseñanza de índole CTSA. Para los DOE, esta situación es aún más limitada.

5.2.2. Perspectiva CTSA en los libros de texto de Ciencias portuguesas y españoles (2ª fase del estudio)

A partir del análisis efectuado a los libros de texto percibimos que la perspectiva CTSA está contemplada, tanto en los libros de texto portugueses (LTP) como en los libros de texto españoles (LTE), aunque de forma diferente y con diferente representación.

En cuanto a los libros de texto portugueses (LTP), en algunos la perspectiva CTSA está integrada a lo largo de las diferentes unidades temáticas, mientras que en otros, se encuentra en secciones denominadas CTSA o con otros nombres. En los LTE, la incorporación de la perspectiva CTSA se hace a lo largo de ciertas unidades temáticas (casi siempre relacionadas con los avances tecnológicos y la conservación del medio ambiente) y también en secciones propias, con denominaciones variadas (aunque no tengan la designación CTSA).

Aunque presente, el enfoque CTSA no siempre se expresa de forma explícita con el mismo grado en los LTP y en los LTE, como ya se ha señalado. Es decir, las relaciones que se establecen entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente no siempre son claras y evidentes. En los LTP el enfoque CTSA se enfatiza más que en los LTE, aunque, en ambos, el número de episodios implícitos es superior al de los explícitos.

Se consideraron dos dimensiones de análisis, *Discurso e información proporcionada* (dimensión A) y *Actividades de enseñanza/aprendizaje* (dimensión B). En los LTP, en la dimensión A, el número de episodios explícitos es mayor que el de implícitos, mientras que en la dimensión B, el número de episodios explícitos es menor que el de implícitos. En los LTE, en ambas dimensiones, el número de episodios implícitos es más grande que el de explícitos. Tanto los LTP como los LTE, presentan la perspectiva CTSA más incorporada en el *Discurso e información proporcionada* con apreciable número de episodios, y menos en las *Actividades de enseñanza/aprendizaje*, cuyas propuestas son casi inexistentes en los LTE.

En relación al *Discurso e información proporcionada*, tanto los LTP como los LTE, expresan ideas CTSA, en textos que abordan problemas de carácter social y ambiental, aunque a menudo no ponen en evidencia el conocimiento científico como forma de minimizar estos problemas. La propuesta de la perspectiva CTSA, tanto en los

LTP como en los LTE, se hace a través de textos que, generalmente, no incitan al alumno a cuestionar los argumentos ni le estimula a buscar más información.

Los contenidos de Ciencias asumen un carácter esencialmente disciplinar y transmisivo. En general no se relaciona la interdependencia de la Tecnología y de la Ciencia con la utilidad social o la influencia de la Sociedad y el Ambiente en los avances científico-tecnológicos. Es de destacar el hecho que este aspecto sea más relevante en los LTE que son menos claros sobre las relaciones CTSA.

A pesar de no presentar textos que aborden los límites y los impactos, principalmente negativos, de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad y el Ambiente, ni la influencia de la Sociedad y el Ambiente en los avances científicos y tecnológicos, hay textos que informan acerca de las ventajas de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad y el Ambiente y que identifican diferentes realidades tecnológicas que cambian la vida de las personas.

Tanto en los LTP como en los LTE, son raros los textos que presentan información sobre las cuestiones éticas, morales y sociales relacionadas con el trabajo realizado por los científicos en situaciones reales, que informen sobre sus intereses y motivaciones personales, sus éxitos y fracasos, así como sobre las interacciones entre los científicos, y sobre la colectivización del conocimiento científico.

En lo que respecta a las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* planteadas en los libros de texto (LTP y LTE), los datos obtenidos nos permiten concluir que existen grandes discrepancias entre la imagen de la Ciencia que presentan (imagen en la escuela) y el mundo de la Ciencia real, lo que no contribuye a que los libros de texto proyecten la enseñanza de la Ciencia para el contexto del mundo real. Las actividades propuestas son esencialmente de cuestionamiento y preguntas sobre hechos, cerradas y con una solución inmediata. Las actividades que proponen debates, investigaciones, discusión de temas controvertidos, que promuevan capacidad de pensamiento crítico y situaciones de aplicación del conocimiento científico a la vida cotidiana donde se manifieste la interacción CTSA, son pocas en los LTP y casi inexistentes en los LTE. Además, los LTP no establecen relaciones entre el trabajo de laboratorio o experimental y «el saber hacer» relacionado con los aspectos prácticos de la vida. En los LTE este aspecto es simplemente omitido.

A pesar de que el enfoque CTSA es más destacado en los LTP que en los LTE, en ambos casos, con el número de episodios implícitos superior a los explícitos, creemos que es insuficiente para que se pueda promover una educación CTSA

adecuada. Consideramos que las ideas implícitas sólo son perceptibles a los ojos de los profesores que tienen algún conocimiento acerca de esta perspectiva y nunca a los ojos de los estudiantes. Es decir, la interpretación y exploración de las ideas de los episodios implícitos requiere y, por lo tanto, depende de la formación que los profesores tienen para poner en práctica este enfoque de enseñanza de las Ciencias de índole CTSA.

De esta forma, parece que la enseñanza por transmisión aún prevalece en el discurso y en las actividades propuestas por los libros de texto. Esto no contribuye a la deseable Educación CTSA, que promueve la alfabetización científica y tecnológica de los alumnos que les permitiría desarrollar el espíritu crítico y la cultura científica.

Las conclusiones de este estudio, relacionadas con la perspectiva CTSA en el *Discurso e información proporcionada* y en las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* propuestas en los libros de texto son coherentes con las obtenidas en estudios de otros autores, descritos en el capítulo 2 (Ocelli y Valeiras, 2013; Vázquez y Manassero, 2012b, entre otros).

5.2.3. Relación entre los Documentos Oficiales Curriculares y los Libros de Texto, en Portugal y en España (3ª fase del estudio)

La interpretación que los libros de texto portugueses (LTP) y españoles (LTE) hacen de los respectivos Documentos Oficiales Curriculares, en lo que concierne a *por qué enseñar Ciencia* (Dimensión Finalidades), *qué Ciencia enseñar* (Dimensión Conocimientos) y *cómo enseñar Ciencia* (Dimensión Procedimientos Metodológicos), en algunas ocasiones ni es la misma y ni siempre adquiere la misma claridad y evidencia, por lo que podemos decir que hay una cierta discontinuidad entre el discurso de los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias de los dos países.

En relación a las *Finalidades* de la Educación en Ciencias, relacionadas con el desarrollo personal (desarrollo de capacidades, actitudes, valores) y social (educación para la ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente), están puestas en evidencia de forma significativa y explícita en los Documentos Oficiales portugueses y españoles. A su vez, los resultados de este estudio (ver tabla 32 de la sección 3.1 - capítulo 4) nos permiten afirmar que hay una discontinuidad negativa (menos evidente en los LT que en los DOC) entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de los dos países con respecto al *por qué enseñar Ciencias* (dimensión Finalidades) desde la

perspectiva CTSA y, por lo tanto, los autores de los libros de texto portugueses y españoles no siguen de forma adecuada las directrices curriculares de los respectivos Documentos Oficiales Curriculares.

En relación a los *Conocimientos* considerados esenciales para los alumnos muchas de las referencias incluidas en los DOC no están expresadas de forma explícita en los libros de texto portugueses y españoles, contrariamente a los respectivos documentos oficiales, que son casi, exclusivamente, explícitos. Consideramos, por tanto, que los autores de los libros de texto, portugueses y españoles, no interpretan de manera adecuada las directrices curriculares, en relación a los Conocimientos necesarios de índole CTSA (ver las tablas 33 a 37 en la sección 3.2 - capítulo 4). Podemos concluir que hay una discontinuidad negativa (menos evidente en los LT que en los DOC) entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de los dos países con respecto a *qué Ciencia enseñar* (dimensión Conocimientos), sobre todo a nivel de los límites de aplicación de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad y el Ambiente, y de las relaciones recíprocas entre la Ciencia y la Tecnología.

En lo que respecta a la información que proviene del conocimiento científico y tecnológico, que requiere y promueve la comprensión de las interacciones CTSA, existe una discontinuidad positiva (menos evidente en los DOC que en los LT) entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto españoles, ya que, contrariamente a los respectivos DOE, los libros españoles expresan bastante información explícita y poca implícita. En los LTP, esta discontinuidad positiva es más acentuada, ya que los DOP omiten este aspecto. En lo que respecta al trabajo de los científicos y las posibles presiones que puede sufrir, podemos concluir que hay una discontinuidad positiva entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de los dos países, ya que tanto los LTP como los LTE, contrariamente a los respectivos DOC, presentan alguna información en éste ámbito, aunque en su mayoría implícita.

En relación a los *Procedimientos Metodológicos* (naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza), tanto en los DOP como en los DOE, las actividades y estrategias de enseñanza sugeridas, aunque explícitas, están casi todas relacionadas con el uso de diferentes recursos dentro y fuera del aula, que no se relacionan directamente con la perspectiva CTSA, aunque permitan desarrollar competencias necesarias para su comprensión. En ambos los DOC, sobre todo en los DOE, casi no hay actividades propuestas sobre cuestiones donde se manifieste las

relaciones CTSA. Teniendo en cuenta la insuficiencia de sugerencias metodológicas CTSA en los Documentos Oficiales Curriculares (DOC) de Portugal y España, podemos concluir que hay una “continuidad negativa” entre estos documentos y los libros de texto, con respecto a *cómo enseñar Ciencia* (dimensión Procedimientos Metodológicos), ya que, tanto los Documentos Oficiales Curriculares, como los libros de texto (con menos incidencia en los libros de texto españoles, casi inexistente) expresan pocas referencias en materia de actividades CTSA (ver tabla 38 de la sección 3.3 – capítulo 4).

Según lo referido anteriormente, la forma como la perspectiva CTSA se incorpora en los DOC y, a partir de éstos, es interpretada por los libros de texto (3ª fase del estudio), nos permite hacer tres reflexiones importantes que se interrelacionan.

1. Teniendo en cuenta que el Discurso Regulador General (DRG - producido en el campo del Estado portugués) contiene los principios dominantes de la Sociedad actual y está sujeto, entre otras, a las influencias internacionales (Ferreira y Morais, 2010; Morais y Neves, 2007; Pires, Morais y Neves, 2004) que incluyen recomendaciones y propuestas curriculares en el ámbito de Educación CTSA, llegamos a la conclusión de que el Discurso Pedagógico Oficial (DPO - resultante de la recontextualización oficial del DRG en el Ministerio de Educación) transmitido por los Documentos Oficiales Curriculares, aún no está totalmente en consonancia con las recomendaciones internacionales sobre perspectiva CTSA. Ya que estos documentos enfatizan poco y/o omiten algunos de estos aspectos, aunque sean explícitos en algunas referencias CTSA, esta afirmación nos hace reflexionar acerca de las dificultades que los autores de los Documentos Oficiales Curriculares aún tienen al introducir estos aspectos en los currículos de Ciencias.
2. Los libros de texto de Ciencias, así como refieren Pedrosa y Leite (2005), Calado (2007) y Calado y Neves (2012), aún no interpretan adecuadamente las directrices de los Documentos Oficiales Curriculares. En el caso de este estudio, los datos confirman la idea en lo que concierne al enfoque CTSA de enseñanza de las Ciencias. Se verifica que la recontextualización e interpretación que los libros de texto hacen de los Documentos Oficiales adquiere una menor expresividad siendo en su mayoría implícita, en lo que se refiere a la naturaleza de la Ciencia (aunque los DOP y los DOE presentan referencias CTSA mayormente explícitas, y los libros de texto presentan referencias mayormente implícitas). Esta realidad tal vez se justifica porque los Documentos Oficiales Curriculares portugueses y

españoles, como ya hemos señalado, enfatizan poco y/o omiten algunos aspectos relacionados con la naturaleza de la Ciencia y que, además, pueden pasar desapercibidos a los ojos de los autores de libros de texto, la mayor parte de ellos sin formación CTSA.

3. La interpretación de las relaciones CTSA implícitas incluidas en el *Discurso e información proporcionada* y en las *Actividades de enseñanza/aprendizaje* propuestas en los libros de texto depende de la formación de índole CTSA de los profesores. Profesores con baja formación en Educación CTSA revelan dificultades en la interpretación de las relaciones implícitas establecidas entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente presentadas en el discurso y texto proporcionado y en las actividades de enseñanza/aprendizaje propuestas por los libros de texto de Ciencias, condicionando el éxito escolar y la cultura científica de los alumnos. Estas relaciones sólo serán perceptibles a los ojos de profesores con alguna formación de índole CTSA, y nunca a los ojos de los alumnos.

5.2.4. Síntesis de las principales conclusiones

- Los Documentos Oficiales Curriculares (DOC) reflejan la perspectiva CTSA para la Educación Básica (5º y 6º curso) y para la Educación Primaria (3º ciclo) en Portugal y España, respectivamente, pero la claridad con la que está contemplada es diferente en ambos países.
- Ambos documentos oficiales valoran predominantemente la dimensión Finalidades (*por qué enseñar Ciencia*), en segundo lugar la dimensión Conocimientos (*qué Ciencia enseñar*) y en tercer lugar la dimensión Procedimientos Metodológicos (*cómo enseñar Ciencia*), ésta última más por parte de los documentos portugueses que de los españoles.
- En relación a *por qué enseñar Ciencia* (dimensión Finalidades), los documentos de los dos países tienen bastantes referencias y son muy claras y explícitas, lo que permite que los DOC sean una buena referencia para cualquier profesor en relación a *por qué enseñar Ciencia* desde la perspectiva CTSA.
- Sobre *qué Ciencia enseñar* (dimensión Conocimientos), hay algunas referencias en los DOC de los dos países pero son, sin embargo, evidentes y claras, facultando que puedan ser fácilmente entendidas por cualquier profesor que consulte estos documentos (DOP y DOE).

-
- Respecto a *cómo enseñar Ciencia* (dimensión Procedimientos Metodológicos), las referencias son más relevantes en los documentos portugueses que en los españoles y, en mayor medida explícitas, si bien son escasas y no están directamente relacionadas con CTSA. Proporcionan poca información u orientación metodológica sobre *cómo enseñar Ciencias* con perspectiva CTSA, no ayudando a los maestros a poner en práctica estrategias y actividades de enseñanza de índole CTSA.
 - En definitiva, los documentos oficiales manifiestan claramente la necesidad de enseñar Ciencia, pero no dejan tan claro qué tipo de Ciencia enseñar y, mucho menos, aportan directrices metodológicas para llevarlo a cabo.
 - El enfoque CSTA se refleja en los libros de texto de los dos países, mayormente en los portugueses, pero de manera implícita en ambos países, con escasa claridad y evidencia, encontrando más referencias a la perspectiva CTSA en el *Discurso* que en las *Actividades* propuestas. Los textos no incitan al alumno a cuestionar los argumentos ni le estimula a buscar más información, asumiendo los contenidos de Ciencias un carácter esencialmente disciplinar, dominando la enseñanza transmisiva en los libros de texto de los dos países.
 - El discurso en los libros de texto suele informar sobre ventajas y aspectos positivos de la aplicación de la Ciencia y la Tecnología y en cómo éstas influyen en la vida de las personas, pero no presentan los aspectos negativos, impactos y límites de ambas, ni tampoco la influencia de la Sociedad y el Ambiente sobre ellas, ni reflejan cuestiones éticas y sociales del trabajo de los científicos.
 - Las actividades propuestas en los libros de texto son esencialmente de cuestionamiento y preguntas sobre hechos, cerradas y con una solución inmediata.
 - En los libros de ambos países, el enfoque CTSA es insuficiente para promover una Educación CTSA adecuada. Solo será perceptible para profesores que posean algún conocimiento sobre esta perspectiva.
 - Hay una discontinuidad (las evidencias no son iguales) entre el discurso de los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias de los dos países.
 - En relación a *por qué enseñar Ciencia*, hay discontinuidad negativa en ambos países, es decir, el enfoque CTSA es más evidente en los documentos oficiales que en los libros de texto.

- Sobre *qué Ciencia enseñar*, se percibe una discontinuidad negativa en ambos países respecto a las relaciones entre Ciencia y Tecnología y entre ambas con la Sociedad y el Ambiente, es decir, el enfoque CTSA es más evidente en los documentos oficiales que en los libros de texto. Sin embargo, respecto al trabajo de los científicos y los aspectos sociales y éticos vinculados con él, se aprecia una discontinuidad positiva al haber más evidencias del enfoque CTSA en los libros de texto que en los documentos oficiales.
- En cuanto a las sugerencias metodológicas CTSA (*cómo enseñar Ciencia*), la escasez de propuestas tanto en los documentos oficiales como en los libros de texto permite afirmar que existe una continuidad negativa entre ambos.
- Se han confeccionado sendos instrumentos estandarizados para la determinación de la perspectiva CTSA en documentos oficiales y en libros de texto, que pueden servir para otros investigadores que desean explorar y trabajar en ámbitos similares.

5.3. Aportaciones y contribuciones de estudio

De acuerdo con los resultados y conclusiones que se presentan, señalamos algunas contribuciones, a la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, tanto para la producción de Documentos Oficiales Curriculares y de libros de texto de Ciencias con enfoque CTSA como para la formación de profesores y autores de libros de texto.

La educación científica con orientación CTSA contribuye a la promoción de la cultura científica y tecnológica del alumno que implica la aptitud de éste para apropiarse de los aspectos de la cultura científica con el fin de ampliar su capacidad de interpretar los fenómenos naturales y sociales y tener estrategias y procedimientos para resolver los problemas del día a día, como han demostrado varios autores (Osborne, 2011; Tenreiro-Vieira y Vieira, 2012a e b; León, Colón y Alvarado, 2013, entre otros). Para implementar una enseñanza/aprendizaje en el ámbito CTSA, es necesario que los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto de Ciencias sean coherentes con las recomendaciones nacionales e internacionales en lo que respecta a la perspectiva CTSA, para que, de esta manera, las sugerencias propuestas en ellos puedan ser puestas en práctica por los profesores en el contexto del aula.

Teniendo en cuenta los resultados, y las respectivas interpretaciones del estudio, se puede constatar que a pesar de observar “alguna valorización” de la perspectiva curricular CTSA, tanto en los Documentos Oficiales Curriculares como en los libros de texto de Ciencias, esta no es suficiente para promover una Educación en Ciencias desde dicho enfoque y, por lo tanto, surge la necesidad de investigar sobre la producción de Documentos Oficiales y de libros de texto de Ciencia, coherentes con la perspectiva CTSA que contribuyan a la promoción y desarrollo de una Educación CTSA facilitando la necesaria alfabetización científica y tecnológica de los alumnos. Además, los resultados de este estudio también contribuyen a alertar e informar a los distintos actores de la producción del discurso de los Documentos Oficiales y de los libros de texto de acuerdo con la perspectiva CTSA, sobre la discontinuidad que se verificó entre estos recursos educativos.

En cuanto a los Documentos Oficiales Curriculares, las conclusiones obtenidas indican que, tanto los Documentos Oficiales Portugueses como los Documentos Oficiales Españoles, están poco tratados y son poco evidentes los aspectos relacionados con la naturaleza de la Ciencia, incluyendo las interrelaciones que la Ciencia establece con la Tecnología, Sociedad y Ambiente; con la discusión de temas científicos controvertidos y socialmente relevantes; con el carácter y la construcción del conocimiento científico; y las características y los valores éticos y morales de los científicos y de su trabajo. Así, como concluyen otros estudios (como por ejemplo Vieira et al, 2011; García-Carmona y Criado, 2012; Vázquez y Manassero, 2012b y Manassero, Roig, Bonnin y Moralejo, 2013), estas conclusiones muestran que es preciso volverse a plantear los currículos de Ciencias con enfoque CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) para que puedan promover eficazmente la cultura científica en los alumnos. Por lo tanto, es necesario que, para la construcción y el desarrollo de los currículos de Ciencias, se tengan en cuenta los aspectos relacionados con la naturaleza de la Ciencia, la historia, la psicología y la epistemología de la Ciencia, así como asuntos relacionados con su sociología interna y externa (relaciones CTSA), que se traducen en un conjunto de referencias que se consideran esenciales por éstos investigadores.

Respecto a las relaciones CTSA, cuando se contemplan los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias, a menudo, se hacen desconectadas de la realidad. Las conclusiones de este estudio, además de ser compatibles con los de otros estudios desarrollados y mencionados anteriormente, muestran que estos libros están todavía un

poco lejanos para contribuir significativamente al desarrollo de la cultura científica y tecnológica de los alumnos. Estas conclusiones pueden ser el punto de partida para una reflexión sobre la calidad pedagógico-didáctica de los libros de texto, originando futuras implicaciones para la producción, desarrollo y selección de los libros de texto. Es necesario que estos sean elaborados de manera que consideren las recomendaciones de la investigación en Educación en Ciencias, en particular en lo que se refiere a la perspectiva CTSA, para que ésta esté presente de manera integrada en los distintos contenidos científicos y unidades temáticas del 2º Ciclo de la Educación Básica en Portugal y 3º Ciclo de la Educación Primaria en España. También será necesario el desarrollo de proyectos de investigación donde los libros sean diseñados, producidos y validados de acuerdo a la perspectiva CTSA (Martin, 2002c). Para esto, quizás sea necesario uniformar un conjunto de criterios para la producción y preparación de libros de texto que reflejen la Educación CTSA, criterios estos que deben ser definidos por un equipo especializado en Didáctica de las Ciencias y, en particular, con formación CTSA. También será necesario que el Ministerio de Educación colabore con las editoriales para que éstas puedan asegurarse de que los libros disponibles en el mercado sean desarrollados de acuerdo con la perspectiva CTSA.

Las conclusiones de este estudio contribuyen a confirmar lo que la investigación en didáctica de las Ciencias ha demostrado sobre las cuestiones relacionadas con la naturaleza de la Ciencia, así como sobre los temas científicos, tecnológicos, sociales y ambientales, y las relaciones resultantes entre ellos. Estas no son atendidas adecuadamente en los libros de textos de Ciencias y, por tanto, en el aula, condicionan el proceso de enseñanza/aprendizaje, el discurso y las actividades de enseñanza implementadas por los profesores en la práctica docente, la cual, a su vez, compromete el éxito académico de los alumnos.

Este estudio también ayuda a reflexionar sobre la necesaria, cuidadosa y juiciosa selección del libro de texto que hay que adoptar, ya que pueden ser, por una parte, un vehículo de transmisión e implementación de los cambios curriculares y de contenidos y, por otra parte, un posible obstáculo para dicha aplicación cuando su selección no es la más adecuada para la promoción de la Educación CTSA. Por lo tanto, es imperativo que los Ministerios de Educación Español y Portugués intervengan en la selección de libros de texto, definiendo, para ello, un único instrumento de análisis de libros de texto con criterios de selección preestablecidos por equipos de expertos en el campo de la

Didáctica de las Ciencias Experimentales, contribuyendo así a la promoción de una educación de calidad.

Otra aportación de este estudio se refiere a la formación de profesores y autores de libros de texto y, por lo tanto, surge la necesidad de una formación adecuada que considere la perspectiva CTSA. Por un lado, es necesario que los autores de los libros de texto tengan una formación en Educación CTSA para que puedan interpretar adecuadamente las Directrices Curriculares emitidas por los respectivos Documentos Oficiales, ya que el discurso pedagógico transmitido en ellos, aunque explícito, a menudo, es poco significativo, y otras veces, omite algunos aspectos relacionados con esta forma de abordar la Educación en Ciencias. Por otro lado, la interpretación de las referencias CTSA, casi siempre implícitas, incluidas en el discurso e información proporcionada y en las actividades de enseñanza/aprendizaje de los libros de texto portugueses y españoles, requiere profesores formados en el enfoque CTSA. O sea, la percepción y exploración de las ideas implícitas, del discurso y de las actividades, depende de la formación del profesorado, que debe incluir otras dimensiones y no sólo la formación disciplinar específica (Rodrigues y Vieira, 2012; Vázquez, Manassero, Bennássar y Ariza, 2012, entre otros). La participación y la profundización sobre temas de actualidad e interdisciplinarios, la participación en debates, simposios sobre temas sociales emergentes, exposiciones científicas, etc, así como la lectura de revistas de Didáctica de las Ciencias, son otros aspectos que la formación de los profesores y autores de libros de texto deben valorar, para promover su cultura científica y la mejora de la Ciencia a nivel escolar. Es importante, por lo tanto, invertir en la formación continua de los docentes que deben incluir cuestiones sociales y ambientales actuales, de acuerdo a la perspectiva CTSA, para que contribuya a la (re)construcción de las concepciones que estos tienen sobre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente y a la promoción de prácticas pedagógicas de calidad.

Una de las contribuciones principales de este estudio radica en la importancia de los instrumentos de análisis de Documentos Oficiales y de libros de texto de las Ciencias concebidos, cuya construcción se basó en datos y consideraciones de investigaciones internacionales actuales en Didáctica de las Ciencias, de acuerdo con la perspectiva CTSA. Creemos que estos instrumentos pueden ser utilizados en diversos estudios de investigación y son aplicables a diferentes niveles de enseñanza. Por lo tanto, teniendo en cuenta los resultados y conclusiones de esta investigación, se destaca la contribución de estos instrumentos en: i) la recogida de datos relacionados con la perspectiva CTSA

de documentos reguladores de la enseñanza de la Ciencia para cualquier nivel; ii) el apoyo a los autores de Documentos Oficiales y libros de texto durante su producción y diseño; iii) la posibilidad de permitir que los actores de la producción, reproducción y recontextualización del discurso pedagógico transmitido por los Documentos Oficiales y los libros de texto, hagan una reflexión sobre la relación que se establece entre el discurso pedagógico transmitido en éstos documentos desde la perspectiva CTSA; vi) la orientación de las prácticas pedagógicas de los profesores a nivel del aula y v) la construcción de un único instrumento para orientar a los profesores en la evaluación y selección de los libros de texto.

5.4. Sugerencias

En este apartado presentamos algunas sugerencias para futuras investigaciones que consideramos pertinentes en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias con orientación CTSA:

(i) Tras los resultados de este estudio y según lo señalado por Acevedo et al. (2007) y García-Carmona y Criado (2012), las directrices curriculares de los Documentos Oficiales portugueses y españoles se olvidan de aspectos relacionados con la naturaleza de la Ciencia, es decir, enfatizan poco los aspectos relacionados con la historia, la epistemología, la sociología interna y externa de la Ciencia, relaciones CTSA. Sin embargo, la inclusión de la naturaleza de la Ciencia y, por lo tanto, de la perspectiva CTSA en los currículos de Ciencias no es una tarea fácil y requiere, entre otras cosas, la instauración previa de acuerdos sobre sus principales características. En este sentido, y teniendo en cuenta que existen algunos consensos internacionales que dan énfasis a la introducción de los aspectos antes mencionados, se están imponiendo algunas recomendaciones al desarrollo y construcción de los currículos de Ciencias que se traducen en: 1) Definiciones de la Ciencia y la Tecnología y sus interrelaciones; 2) Epistemología de la Ciencia; 3) Sociología interna de la Ciencia y Tecnología; 4) Influencias recíprocas de la Sociedad y el Ambiente en la Ciencia y la Tecnología y 5) Educación en Ciencia y Tecnología (Vázquez y Manassero, 2012b). Así, sería importante, en futuras investigaciones en este ámbito, desarrollar unas consideraciones dentro del ámbito CTSA para orientar y ayudar a los autores de los Documentos Oficiales en la construcción de los currículos de Ciencias de acuerdo con las

recomendaciones unánimes internacionales de la investigación en Didáctica de las Ciencias, cuyo objeto sería aproximar el discurso pedagógico de estos documentos de varios países con respecto a la naturaleza de la Ciencia y Tecnología y las relaciones CTSA.

(ii) Dado que la interpretación de las referencias CTSA incluidas en el discurso y en las actividades y estrategias de enseñanza/aprendizaje depende en gran medida de la formación de los profesores, sería aconsejable un estudio relacionado con la formación continua del profesorado. Se sugiere un programa de formación continua obligatorio para los docentes de diferentes niveles de enseñanza en Educación en Ciencias con orientación CTSA.

(iii) La forma como la perspectiva CTSA es tratada por los libros de texto portugueses y españoles analizados no refleja una adecuada Educación en Ciencias, por lo que sería importante realizar un estudio que permitiera analizar las necesidades de formación de los autores de libros de texto de Ciencias del 2^a Ciclo de la Educación Básica en Portugal y del 3^{er} Ciclo de la Educación Primaria en España, así como de los autores de libros de texto de otros niveles de educación. Este estudio permitiría el diseño, producción, implementación y evaluación de programas de formación destinados a estos autores, sobre la Educación en Ciencias con orientación CTSA. De esta manera, se podría ayudar a los autores a interpretar las recomendaciones curriculares de Ciencias y a producir y desarrollar nuevos libros de texto en consonancia con los propósitos de la Educación en Ciencias desde la perspectiva CTSA.

(iv) Dado que la perspectiva CTSA es aún poco significativa en los libros de texto portugueses y españoles de Ciencias, se sugiere un estudio relacionado con la producción y elaboración de libros de texto ajustados a las recomendaciones de la investigación en Educación en Ciencias con enfoque CTSA. Se sugiere la construcción de un instrumento oficial que cumpla una serie de criterios que reflejen la Educación CTSA y que deben ser definidos por un equipo especializado en Didáctica de las Ciencias, para ayudar a los autores de libros de texto de Ciencias a producir libros de calidad. Este instrumento también debe ajustarse a los Documentos Oficiales Curriculares vigentes, en particular, en Portugal y España.

(v) Podría ser realizado un estudio involucrando a las editoriales de libros de texto y a sus autores. Sería importante investigar cuál es la posición de las editoriales frente a un cambio e innovación en la producción y elaboración de libros de texto y si eso sería o no motivo para poner restricciones a los autores. También sería importante

investigar cuál es el papel del Ministerio de Educación en este proceso frente a las editoriales, de modo que estas puedan asegurarse de que los libros antes de su lanzamiento al mercado sean elaborados de acuerdo con la perspectiva CTSA.

(vi) Por último, y sabiendo que se publicó en España una nueva ley por la que se establece el nuevo currículo de la Educación Primaria (*Ley Orgánica 8/2013 para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)*) y respectivo *Real Decreto 126/2014*, que introduce algunos cambios en el actual currículo de Ciencias, así como nuevos libros de texto de Ciencias, que entran en vigor, gradualmente, a partir de 2015, sería interesante desarrollar en el futuro un estudio similar al presente, que permitiese analizar y comparar los resultados y conclusiones de esta investigación con los datos expresados en los nuevos Documentos Oficiales españoles y nuevos libros de texto de Ciencias, con el fin de determinar qué cambios han sido producidos en estos nuevos documentos a nivel de la perspectiva CTSA.

5.5. Limitaciones

Como muchos estudios en el campo de la investigación educativa, también este tiene algunas limitaciones que, generalmente, se relacionan tanto con la propia investigación de carácter predominantemente cualitativo que guió el análisis realizado, como con los procesos empleados en la recogida y tratamiento de los datos.

Una limitación posible, también relacionada con aspectos de carácter metodológico, se refiere a los procedimientos utilizados para caracterizar la interpretación del discurso de los Documentos Oficiales por los libros de texto. Esta investigación provino de una investigación anterior (Fernandes, 2011), en la cual se analizaron libros de texto portugueses de 5º curso de Ciencias y se construyó para este propósito el instrumento de análisis de libros de texto desde la perspectiva CTSA. Dado que los resultados obtenidos en el análisis previo de estos libros fueron utilizados en este estudio, ha sido conveniente utilizar el mismo instrumento de análisis para la recogida y tratamiento de datos de los demás libros involucrados en esta investigación (libros portugueses de 6º curso y libros de texto españoles de 5º y 6º curso de Ciencias) con vistas a preservar la coherencia en los resultados. A su vez, para realizar el análisis de los Documentos Oficiales Curriculares, se ha construido un nuevo instrumento de análisis que considera tres dimensiones Finalidades (¿por qué Ciencias enseñar?),

Conocimientos (¿qué enseñar en la Ciencia?) y Procedimientos Metodológicos (¿cómo enseñar la Ciencia?), que representan las preocupaciones centrales de la Educación en Ciencias con enfoque CTSA. Para percibir la relación entre los Documentos Oficiales Curriculares y los libros de texto ha sido esencial relacionar las dimensiones, parámetros y respectivos indicadores incluidos en los dos instrumentos de análisis. Se reconoce que el uso y la aplicación de un único instrumento de análisis podría haber facilitado el proceso de recontextualización entre los Documentos Curriculares y los libros de texto que ha resultado de la correspondencia establecida entre los dos instrumentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. A. (2001). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Boletín del Programa Ciencia, tecnología, Sociedad e Innovación*. Organização de Estados Iberoamericanos. (<http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>).
- Acevedo, J. A. (2003). Tres criterios para diferenciar entre Ciencia y Tecnología. *Organización de Estados Iberoamericanos Para La Educación la Ciencia y la Cultura - sala de lectura CTS+I*. (<http://www.oei.es/salactsi/acevedo12.htm>).
- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 1(1), 3-16.
- Acevedo, J. A. (2006). Modelos de Relaciones entre Ciencia y Tecnología: un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 3 (2), 198-219.
- Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la Didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 5 (2), 134-169.
- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques Explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 6(3), 355-386.
- Acevedo, J.A., Manassero, M.A. & Vázquez, A. (2002). *Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: Un desafío educativo para el siglo XXI*. Comunicação apresentada no II Seminário Ibérico sobre CTS en la Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Valladolid.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., & Manassero, M. A (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, 2(2), 80-111.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Acevedo-Romero, P.A. & Manassero, M.A. (2005). Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista CTS*, 2(6), 73-99.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Acevedo-Romero, P.A. & Manassero, M.A. (2002). Sobre las actitudes y creencias ciencia-tecnología-sociedad del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Boletín del Programa Ciencia, Tecnología, Sociedade e Innovación para el desarrollo sostenible* (<http://www.oei.es/salaCiênciaTecnologia-Sociedadei/acevedo15.htm>).
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. & Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 4(1), 42-66.
- Afonso, M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do ensino básico. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.

- Aikenhead, G. S. (1994). What is STS Science Teaching? In J. Solomon e G. S. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 47-59). New York: Teachers College Press. (<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>)
- Aikenhead, G. S. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. In R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham*: Routledge Press. (<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.pdf>)
- Aikenhead, G. S. (2005). Research into STS Science Education. *Educación Química*, 16, 384-397.
- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Aikenhead, G. S., Ryan, A. G. & Fleming, R. W. (1989). VOSTS – *Views on Science-Technology-Society*. Canada: University of Saskatchewan.
- Aikenhead, G.S. & Ryan, A.G. (1992). The development of a new instrument: ‘Views on Science-Technology-Society’ (VOSTS). *Science Education*, 5 (76), 477-491.
- Aikenhead, G.S. & Ryan, A.G. (1989). *The development of a multiple choice instrument for monitoring views on Science-Technology-Society topics. Final Report of SSHRCC Grant Saskatoon*, Saskatchewan, Canadá: University of Saskatchewan, Department of Curriculum Studies.
- Albino, J.F. (2012). *Formação de educadores de infância e professores do 1º ciclo para a prática das ciências experimentais*. Dissertação de mestrado. Lisboa: Escola Superior de Educação Almeida Garrett.
- Almeida, P. & César, M. (2007). Contributos da interacção entre pares, em aulas de ciências, para o desenvolvimento de competências de argumentação. *Interacções*, 6, 163-196.
- Almeida, P. & Chagas, I. (2007). Concepção, Construção, Publicação e Validação de um Site Promotor do Trabalho Experimental no 1º Ciclo. In J. B. Lopes e J. P. Cravino (Eds.), *Relatos de Práticas: A voz dos atores da Educação em Ciência em Portugal* (pp. 17-19). Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro.
- Alves, D. F. (2005). *Manuais Escolares de Estudo do Meio, Educação CTS e Pensamento Crítico*. Tese de Mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Alves, N. (2011). *Recursos de Ensino/Aprendizagem para a implementação da perspectiva CTSA no 2.º CEB*. Tese de Mestrado, Escola Superior de Educação de Bragança.
- Alvim, M. H. (2012). *História das Ciências e Ensino de Ciências: potencialidades para uma educação cidadã*. In Atas do VII Seminário Ibérico/III Seminário Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias, "Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias". Madrid, Espanha: OEI. (ISBN: 978-84-7666-199-4).
- Amabis, J. (2009). A premência da Educação científica. In J. Werthein, & C. Cunha (Orgs). *O Ensino de Ciências e Desenvolvimento: O que pensam os cientistas* (pp.155-160). Brasília: UNESCO.

- American Association for the Advancement of Science - AAAS (1990). *Science for all americans. A project 2061 report on literacy goals in Science, Mathematics, and Technology*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science - AAAS (1993). *Benchmarks for Science Literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.
- Andrade, C.R. (2011). *A Aprendizagem Cooperativa – Estudo com alunos do 3ºCEB*. Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências. Bragança: Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança.
- Araújo, I. (2010). Será possível dissociar o conectivismo do contexto do ensino superior atualmente? *Indagatio Didactica*, 2(2). (<http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/905>).
- Arima, A., Konaré, A., Lindberg, C. & Rockefeller, S. (2005). *Plano Internacional de Implementação*. Brasília: UNESCO. Consultado a 19 de dezembro de 2011 em <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf>.
- Auler, D. (2011). Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In W. L. P. Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp. 11-20). Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Ausubel, D. (1981). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.
- Ausubel, D., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70
- Bazzo, W. et al. (2003). *Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)*. Madrid: Organização dos estados iberoamericanos [OEI] para a educação, a ciência e a cultura.
- Belo, L. (2007). *Alavancas no 1º CEB: Implementação e avaliação de recursos didáticos*. Dissertação de mestrado (não publicada). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Belotto, C., Niciolini, E. S. & Caluzi, J. J. (2010). Os experimentos de Griffith no ensino de biologia: a transposição didática do conceito de transformação nos livros didáticos. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 12(1), 83-100.
- Bennassar, A., Vázquez, A., Manassero, M.A. & García-Carmona, A. (Coord.) (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI.
- Bentley, M., Ebert, C. & Ebert, E. (2000). *The natural investigator: A constructivist approach to teaching elementary and middle school science*. Wadsworth: Stamford.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação – Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bonito, J. (coord.), Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares Ensino Básico: Ciências Naturais - 5.º, 6.º, 7.º e 8.º ano*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência - DGIDC.

- Borrione, R. & Chaves, A.M. (2004). Análise documental e contexto de desenvolvimento: estatutos de uma instituição de proteção à infância de Salvador, Bahia. *Revista Estudos de Psicologia*, 21 (2), 17-27.
- Bruner, J. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21-32.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bruner, J.S. (1975). *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch Educação.
- Bybee, R. (1985). The Sisyphian Question in Science Education: What should the scientifically and technologically literate person know, value and do-as a citizen? In Bybee, R. (Ed.). *NSTA Yearbook: Science-Technology-Society*. Washington DC: NSTA, 79-93.
- Caamaño, A. & Martins, I (2005). Repensar los modelos de innovación curricular, investigación didáctica y formación del profesorado para mejorar la enseñanza de las ciencias en las aulas desde una perspectiva CTS. In P. Membiela & y. Padilla (ed.), *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia –Tecnología –Sociedad en los inicios del siglo XXI*, 7, 49-56. Vigo: Education Editora. (www.uvigo.es/educacion.editora/Libro01/htm).
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J. & Vilches, A. (2005a). Defesa do Construtivismo: que entendemos por posições construtivistas na Educação em Ciência? In A. Cachapuz, D. Gil-Perez, A. M. P. Carvalho, J. Praia & A. Vilches (Eds.), *A necessária renovação do ensino das ciências* (pp. 109-126). São Paulo: Cortez Editora.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J. & Vilches, A. (2005b). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez Editora.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas de ensino das Ciências: Contributos para uma nova orientação curricular – ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, 9 (1), 69-79.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- 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), pp. 53-93.
- Calado, S.S. (2007). *Currículo e Manuais Escolares: Processos de recontextualização no discurso pedagógico de Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de mestrado. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Caldeira, H. (2005): Los libros de texto de ciencias ¿Son como deberían ser? *Tarbiya: Revista de investigación e innovación educativa*, 36, 167-184.
- Campanario, J.M. & Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. En F. Perales Palacios y P. Cañal de León. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. España: Marfil, pp. 323-338.
- Canavarro, J. M. (1996). *Perspetivas acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade: adaptação portuguesa do VOSTS*. Coimbra: Universidade de Coimbra.

- Canavarro, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a Ciência*. Coimbra: Quarteto.
- Carmo, H. & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Carvalho, G. S. (2009). Literacia científica: conceitos e dimensões. In Fernando Azevedo & Maria da Graça Sardinha (coord.) *Modelos e práticas em literacia*, pp.179-194. Lisboa: LIDEL.
- Castro, C. & Cachapuz, A. (2005). Os manuais escolares na formação inicial de professores de Ciências Naturais. In I. Alarcão, A. Cachapuz, T. Medeiros, & M. Jesus (Org.), *Supervisão- Investigação em contexto educativo*, 263-290. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Correia, P., Valle, B., Dazzani, M., & Malachias, M. (2010). The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: Theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. *Journal of Cleaner Production*, 18, 678 - 685.
- Couso, D., Jiménez, M.P., López-Ruiz, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J.M. & Sanmartí, N. (2011). *Informe Enciende* (Enseñanza de las Ciencias en Didáctica Escolar para edades tempranas en España). Madrid: COSCE. http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIEENDE.pdf.
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia da Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2ª edição). Coimbra: Edições Almedina, S. A.
- Cunha, M.B. (2006). O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: Condicionantes Estruturais. *Revista Varia Scientia*, 6(12), 212 – 134.
- Chagas, I. (2000). *Literacia Científica. O Grande desafio para a Escola*. Actas do 1.º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor. Lisboa: Escola Superior de Educação. (<http://www.eselx.ipl.pt/Iencontro/Actas/textos/Paineis%20Chagas.htm>).
- Chassot, A. (2010). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Ed. Unijuí.
- Choppin, A. (2004). História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, 30 (3), 549-566.
- De la Caba, M. & López, R. (2005). Group-work in primary education: an analysis of textbooks in Spain. *Review of Education*, 51, pp. 439-458.
- 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.
- Delacôte, G., Tiberghien, A. & Schwartz, J. (1983). *Recherche en didactique de la physiques: Les actes du premier atelier international*. La Londe les Maures, France.
- Domènech, A. M., Márquez, C. & Roca, M. (2012). El uso de las controversias sociocientíficas y la lectura crítica para promover la transferencia de conocimientos científicos. In Domínguez Castiñeiras, J.M. (Ed), *XXV Encuentro de didáctica de las ciencias experimentales*, 101-108. Santiago de Compostela.

- Duarte, M.C. (1999). Investigação em ensino de ciências: influências ao nível dos manuais escolares. *Revista Portuguesa de Educação*, 12(2), 227-248. (<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/494/1/ConceicaoDuarte.pdf>).
- Duso, L. & Maestrelli, S.R.P. (2013). Contribuições do uso de uma controvérsia sociocientífica no ensino de ciências: uma perspectiva interdisciplinar. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra IX*, 1106-1110 (ISSN: 0212-4521).
- EC-Eurobarometer. (2005a). *Europeans, Science and Technology*: European Commission. (http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf).
- EC-Eurobarometer. (2005b). *Social values, Science and Technology*: European Commission. (http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_225_report_en.pdf).
- EC-Eurobarometer. (2008). *Qualitative study on the image of Science and the research policy of European Union study conducted among the citizens of the 27 Member States*: European Commission. (http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/quali/ql_science_en.pdf).
- EC-Eurobarometer. (2010). *Science and Technology*: European Commission. (http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_340_en.pdf).
- Erlam, N. C. & Oliveros, E. E. M. (2010). Son diferentes las actitudes hacia la NdCyT y sociedad por parte de los estudiantes y profesores de ciencias y de humanidades? Un estudio en seis países iberoamericanos. In A.B. Roig, Á. Vázquez, M.A. Manassero y A. García-Carmona (Coord.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de Ciencia y Tecnología* (pp.151-163). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- España, E. & Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: El contexto de los problemas sociocientíficos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 6(3), 345-354.
- EURYDICE (2006). *Science Teaching in schools in Europe: Policies and Research*. (http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/index_en.php).
- EURYDICE (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. (http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf).
- Fachini, F., Pfiffer, C.S. & Souza-Silva V.L. (2013). Interdisciplinaridade no ensino de Ciências: Uma experiência pedagógica inovadora. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra IX*, 3297-3301 (ISSN: 0212-4521).
- Fernandes, I. M. & Pires, D. (2011). *A Perspectiva CTSA nos manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB*. In atas XI Congresso SPCE (Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação). Guarda, Instituto Politécnico da Guarda., 4, 257-262.
- Fernandes, I. M. & Pires, D. (2012). *Integração CTSA em manuais escolares de ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade*. In Atas do VII Seminário Ibérico/III Seminário Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias,

- "Ciencia, Tecnologia y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias". Madrid, Espanha: OEI. (ISBN: 978-84-7666-199-4)
- Fernandes, I. M. & Pires, D. (2013). As inter-relações CTSA nos manuais escolares de ciências do 2º CEB. *EDUSER: revista de educação*, ISSN 1645-4774, 5(2), 35-47, (2013).
<https://www.eduser.ipb.pt/index.php/eduser/article/viewFile/120/84>.
- Fernandes, I. M. (2011). *A Perspectiva CTSA nos manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB*. Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências. Bragança: Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança.
- Fernandes, I. M., Pires, D. & Villamañán, R.M. (2013). Educação em ciências com orientação CTSA – Construção de um instrumento de análise das orientações Curriculares. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*, Girona, 459-462 (ISSN: 0212-4521).
http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_2_08.pdf.
- Ferraz, L.N. (2009). *Metodologia do Ensino das Ciências. Concepção e Avaliação de uma Acção de Formação Contínua para Professores numa Perspectiva CTS*. Tese de doutoramento em Educação – Ramo do Conhecimento em metodologia em Ensino das Ciências (não publicado). Braga: Universidade do Minho.
- Ferreira, S. & Morais, A. (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.
- Figueiredo, O. (2005). *Ciência e Sustentabilidade. Dois estudos de caso de professoras de Ciências Físicas e Naturais do 3º ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.
- Figueiroa, A. M. S. M. (2001). *Actividades Laboratoriais e Educação em Ciências – Um estudo com manuais escolares de Ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade e respectivos autores*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Braga: Universidade do Minho.
- Filho, D.B, Maciel, M.D., Sepini, R.P. & Vázquez-Alonso, A. (2013). Alfabetização Científica sob o enfoque da Ciência, Tecnologia e Sociedade: Implicações para a formação inicial e continuada de professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 12(2), 313-333. Acedido em 8 de outubro de 2013 em: (http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/reec_12_2_5_ex649.pdf).
- Fleming, R. (1989). Literacy for a technology age. *Science Education*, 73 (4), 391-404.
- Fontes, A. & Silva (2004). *Uma Nova Forma de Aprender Ciências – A Educação em Ciência / Tecnologia / Sociedade (CTS)*. Porto: Edições ASA.
- Freire, A.M. (2009). Reformas Curriculares em Ciências e o Ensino por Investigação. In F. Paixão & F. R. Jorge (Coord.), *Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania (pp. 104-113)*. XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências. Castelo Branco: Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco.

- Galvão, C. (2001). Ciências Físicas e Naturais. In Ministério da Educação (Ed), *Currículo Nacional do Ensino Básico. Competências essenciais*, 127-146. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Básico.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*, Porto: Edições Asa.
- Gámez, C.M., Ruz, T.P. & López, A.J. (2013). El problema de la producción y el consumo de energía: ¿Cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 153-172.
- García-Carmoma, A. & Criado, A.M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la Energía Nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 107-123.
- García-Carmona, A. & Criado, A.M. (2012). *Naturaleza de la Ciencia en Educación Primaria: Análisis de su presencia en el currículo oficial español*. In n Martín-Díaz, M. J., Gutiérrez-Julián, M. S., & Gómez-Crespo, M. (Coords.), *Atas do VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias*. Madrid, Espanha: OEI. (ISBN: 978-84-7666-199-4).
- García-Carmona, A., Criado, A.M. y Cañal, P. (2014): ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 139-157.
- García-Carmona, A., Vázquez, A. & Manassero, M.A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 403-412.
- García-Herrera, D. P. (2001). *Los usos de los libros de texto en la práctica docente cotidiana de tercero y cuarto de primaria: un estudio cualitativo*, Ciudad de México: Departamento de Investigaciones Educativas-Cinvestav.
- Gil-Pérez, D. (1998). El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 69-90.
- Gil-Pérez, D., Vilches, A., & Oliva, J. M. (2005). Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Algunas ideas para elaborar una estrategia global. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (1), 91-100.
- Graça, M. (2006). *Metodologia e ensino – religar e projectar*. Porto: Diversos.
- Graizer, O.L. & Saurin, A.N. (2011). El uso de la teoría de Basil Bernstein como metodología de investigación en Didáctica y Organización Escolar. *Revista de Educación*, 356, 133-158.
- Guisasola, J. y Morentín, M. (2007): ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6 (2), 245-262.
- Helm, H. & Novak, J. D. (1983). *Proceeding of the international seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*. Cornell University, Department of Education, Ithaca, NY.
- Hodson, D. (2008). *Towards Scientific Literacy*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hodson, D. (2010). Science Education as a Call to Action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10 (3), 197-206.

- Hontangas, N.A. (2010). Reflexiones en torno a la enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas españolas. *Nova Scientia*, 3(5), 143-163. (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203315472008>).
- ITEA. (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: International Technology Education Association. <http://www.iteawww.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf>.
- Jiménez, J. D. (2000). El análisis de los libros de texto. En F. Perales Palacios y P. Cañal de León. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. España: Marfil, pp. 307-322.
- Jiménez, M.P., Lago, J.M. & Álvarez, V.M. (2005): La argumentación en los libros de texto de ciencias. *Tarbiya: Revista de investigación e innovación educativa*, 36, 35-58.
- Johnston, J. (2011). Learning in the Early Years. In W. Harlen (Ed.), *ASE Guide to Primary Science Education* (pp. 25-33). Hatfield: Association for Science Education.
- Junta de Castilla y León (2007). *Decreto 40/2007, de 3 de mayo, por el que se establece el Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León*. BOCYL, Núm. 89 de 9 de mayo.
- Kline, S. (1985). What is Technology? *Bulletin of Science, Technology and Society*, 5(3), 215-218.
- Lederman, N. G. (2006). Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of learning - Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (pp. 301-317). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Lederman, N. G. (2008). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell, y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*, 831-879. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- León, M.P., Colón, A.O.& Alvarado, F.C. (2013). ¿Cómo promover la educación científica en el alumnado de primaria? Una experiencia desde el contexto Ecuatoriano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10(2), 199-209.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (1994). *Investigação Qualitativa: Fundamentos e Práticas*, Lisboa, Instituto Piaget.
- López-Valentín, D. M. & Guerra-Ramos, M. T. (2013). Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias naturales para educación primaria utilizados en México, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 173-191.
- Lopes, J. & Silva, H. (2009). *A Aprendizagem Cooperativa na sala de aula – Um guia prático para o professor*. Lisboa: Lidel – edições técnicas, Lda.
- Lucas, S. & Vasconcelos, C. (2005) Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3). (http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N3.pdf)
- Ludke, M. & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária.

- Maciel, M.D. & Filho, D.O.B. (2010). Os processos de formação e as crenças de professores e estudantes brasileiros sobre a natureza da ciência e tecnologia. In A.B. Roig, Á. Vázquez, M.A. Manassero e A. García-Carmona (Coord.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de Ciencia y Tecnología* (pp. 101-114). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitários de la OEI.
- Magalhães, S. & Tenreiro-Vieira, (2006). Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19 (2), 85-110.
- Magalhães, S. (2005). *Programa de Formação de Professores de Ciências Focado na Perspetiva Ciência-Tecnologia-Sociedade e no Desenvolvimento do Pensamento Crítico*. Dissertação de mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Maia, A.V. (2007). *Complemento virtual da sala de aula - Uma experiência numa Instituição de Ensino não Superior*. Dissertação de mestrado. Lisboa: Universidade Aberta.
- Mainardes, J. & Stremel, S. (2010). Teoria de Basil Bernstein e algumas de suas contribuições para as pesquisas sobre políticas educacionais e curriculares. *Revista Teias*, 11(22), 1-24.
- Manassero, M. A., Vázquez, A. & Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Manassero, M. A., Vázquez, A. & Acevedo, J. A. (2003). *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service. (<http://www.ets.org/testcoll/>).
- Manassero, M.A., Roig, B., Bonnin, S.O. & Moralejo, R.O. (2013). Innovar la educación en ciencias a través de enseñar y aprender acerca de la naturaleza de ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*, 2103-2108 (ISSN: 0212-4521).
- Mansour, N. (2007). Challenges to STS education: Implications for science teacher education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 27(6), 482-497.
- Marco-Stiefel, B (2000): La alfabetización científica. In:F.J. Perales y P. Cañal Edrs. *Didáctica de las ciencias experimentales*. 141-164. Marfil.
- Marco-Stiefel, B. (2001). Alfabetización Científica y Enseñanza de las Ciencias. Estado de la Questión. In Membiela, P. (ed.). *Enseñanza de las Ciencias desde a Perspectiva Ciencia-Tecnologia-Sociedade – Formación científica para la ciudadanía*, 33-46 Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Martínez Bonafé, J. (2007): El libro de texto, ¿un recurso para la innovación educativa? [Aula de innovación educativa](#), 165, 12-14.
- Martinez, J., M. & Acevedo, J., A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka*, 2(2), 241-250
- Martín-Gordillo, M. (2005). Las decisiones científicas y la participación ciudadana. Un caso CTS sobre investigación biomédica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (1), 38-55.

- Martins, I. P. & Paixão, F. (2011). Perspetivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In W. Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp. 21-47). Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- 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. P. (2002a). *Educação e educação em ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro. Departamento de Didática e Tecnologia Educativa.
- Martins, I. P. (2002b). Das potencialidades da Educação em Ciência nos primeiros anos aos desafios da Educação Global. *Revista Portuguesa de Formação de Professores*, 2, (http://www.inafop.pt/revista/docs/artigo_cinco_potencialidades_educacao_ciencias.html).
- Martins, I. P. (2002c). Problemas e perspetivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 28-39. (<http://www.saum.uvigo.es/reec>).
- Martins, I. P. (2003). Formação inicial de professores de Física e Química sobre a Tecnologia e suas relações Sócio-Científicas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 1-16.
- Martins, I. P. (2004). *Literacia Científica e Contributos do Ensino Formal para a Compreensão Pública da Ciência*. Lição apresentada para Provas de Agregação em Educação. Texto policopiado não publicado. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, I. P. (2010). Ciência-Tecnologia-Sociedade na década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. In C. A. Muniz, W. L. P. Santos, M. A. B. Braga, M. D. Maciel, D. Auler & A. Chrispino (Eds.), *Educação para uma nova ordem socioambiental no contexto da crise global. II Seminário Ibérico-americano CTS no Ensino das Ciências (VI Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências)*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., Couceiro, F. & Pereira, S. (2009). *Despertar para a ciência – atividades dos 3 aos 6*. Lisboa: Ministério da Educação – Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Martins, I., Abelha, M., Costa, N. & Roldão, M. (2009). Currículo das Ciências Físicas e Naturais e suas implicações nas concepções e práticas docentes. In F. Paixão & F. R. Jorge (Coord.), *Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania* (pp. 443-453). XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências. Castelo Branco: Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Martins, I., Abelha, M., Costa, N. & Roldão, M. (2011). Impacto do currículo português das ciências físicas e naturais nas práticas docentes. *Ciência & Educação* (Bauru), 17 (4), pp. 771-788. (<http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=251021295001>)
- Martins, I.P., Veiga, M.L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R.M., Rodrigues, A. & Couceiro, F. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental -*

- Formação de Professores*. Ministério da Educação - Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- May, T. (2004). *Pesquisa social: questões, métodos e processos*. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed.
- 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*, 3-39. Netherlands: Kluwer.
- MEC (1990). *Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre de 1990, de Ordenación General del Sistema Educativo*. BOE núm. 238, de 4 de octubre.
- MEC (1992). *Orden de 2 de junio de 1992 por la que se desarrolla el real decreto 388/1992, de 15 de abril, sobre supervisión de libros de texto y otros materiales curriculares para las enseñanzas de régimen general y su uso en los centros docentes*. BOE. Núm. 140 de 11 de junio.
- MEC (1992). *Real decreto 388/1992, de 15 de abril, por el que se regula la supervisión de libros de texto y otros materiales curriculares para las enseñanzas de régimen general y su uso en los centros docentes*. BOE. Núm. 98 de 23 de abril.
- MEC (1995). *Ley Organica 9/1995, de 20 de noviembre, de la participación, la evaluación y el gobierno de los centros docentes*. BOE núm. 278, de 21 de noviembre.
- MEC (1998). *Real decreto 1744/1998, de 31 de julio, sobre uso y supervisión de libros de texto y demás material curricular correspondiente a las enseñanzas de régimen general*. BOE. Núm. 212 de 4 de septiembre.
- MEC (2002). *Ley Orgánica 10/2002 de 23 de diciembre de Calidad de la Educación*. BOE - A-2002-25037, 24 de diciembre.
- MEC (2006). *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. BOE núm. 106, de 4 de mayo
- MEC (2006). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria*. BOE núm. 293, de 8 de diciembre.
- MEC (2007). *Orden ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Primaria*. BOE núm. 173, de 20 de julio.
- MEC (2012). *Real Decreto 1190/2012, de 3 de agosto, por el que se modifican el Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*. BOE núm. 186, de 4 de agosto.
- MEC (2013). *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)*. BOE núm. 295, 10 de diciembre.
- MEC (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. BOE núm. 52, de 1 de marzo.
- Melo, A. (2008). Problemáticas Globais em Educação Científica: do Currículo Nacional às Práticas Docentes. In R. M. Vieira, M. A. Pedrosa, F. Paixão, I. P. Martins, A. Caamaño, A. Vilches & M. J. Martín-Díaz (Eds.), *Ciência-*

- Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências – Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável - V Seminário Ibérico / I Seminário Ibero-americano*, pp. 55-57. Aveiro: UA - DDTE.
- Membiela, P. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las Ciências. In P. Membiela (Ed.). *Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência- Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, 91-103 (2ª ed.). Madrid: Narcea Ediciones.
- Mendes, A. (2008). Novos currículos de ciências no ensino secundário e iniciativas de formação de professores – Oportunidades e Obstáculos à Implementação de abordagens CTS. In R. M. Vieira, M. A. Pedrosa, F. Paixão, I. P. Martins, A. Caamaño, A. Vilches & M. J. Martín-Díaz (Eds.), *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências - Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável - V Seminário Ibérico / I Seminário Ibero-americano*, pp. 59-62. Aveiro: UA - DDTE.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London, School of Education.
- Millar, R. (2010). *Analyzing Practical Science Activities to assess and improve their effectiveness*. Hatfield: Association for Science Education.
- Millar, R. (2012). Rethinking science education: meeting the challenge of “science for all”. *School Science Review*, 93(345), 21-30.
- Ministério da Educação – *Departamento da Educação Básica [DEB] (2001). Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: DEB.
- Ministério da Educação - DGEBS. (1991). *Ensino Básico 2.º ciclo: Organização Curricular e programas*, (Volume I). Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação - DGEBS. (1991). *Ensino Básico 2.º ciclo: Programa de Ciências da Natureza – Plano de organização do Ensino-Aprendizagem*, (Volume II). Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação (2010). *Metas de Aprendizagem*. Lisboa: ME – DGIDC. (<http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http://www.metasdeaprendizagem.min-edu.pt/>)
- Ministério da Educação (2012). *Decreto-Lei n.º 139/2012. Diário da República, 1ª Série, n.º 129, de 5 de julho* [Princípios orientadores da organização e da gestão dos currículos dos ensinos básico e secundário], Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação, (2001). *Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro [Reorganização curricular do ensino básico]. Diário da República, N.º 15, I Série A*. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação, (2011). *Despacho n.º 17169/2011, de 23 de dezembro [Cessação da aplicação dos efeitos do documento Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais]*. Diário da República, N.º 245, II série. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação, (2012). *Despacho n.º 15971/2012, de 14 de dezembro. Diário da República, N.º 242, II Série A*. Lisboa: Imprensa Nacional.

- Ministério da Educação, (2012). *Despacho nº5306/2012, de 18 de abril [princípios estabelecidos nas metas curriculares]*. Diário da República, N.º 77, II série. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Morais, A.M. & Neves, I.P. (2007). A teoria de Basil Bernstein - alguns aspectos fundamentais. *Revista Práxis Educativa*, 2 (2), 115-130.
- Moreira, A. M. & Masini, F. S. (2010). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro.
- Moreira, C.A.P. (2004). *Ciência-Tecnologia-Sociedade - implicações para o processo Ensino/Aprendizagem decorrentes da planificação, comunicação e avaliação em projeto CTS, com alunos do 3.º e 4.º ano e professores do 1.º CEB*. Tese de mestrado. Braga: Universidade do Minho - Instituto de Educação e Psicologia.
- Morris, H. (2014): Socioscientific issues and multidisciplinary in school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 36 (7), 1137-1158.
- Neves, I. P. & Moraes, A. M. (2006). Processos de recontextualização num contexto de flexibilidade curricular – Análise da actual reforma das Ciências para o 3º Ciclo do Ensino Básico. *Revista de Educação*, 14(2), 75-94.
- National Research Council (NRC) (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- National Research Council (NRC) (2012). *A Framework for K-12 Science Education. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, D.C.: The National Academies Press. (http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=13165&page=R1).
- National Science Teachers Association (1991). *Science-technologysociety: A new effort for providing appropriate science for all*. Washington, DC: NSTA.
- Ocelli, M. & Valeiras, N. (2013) Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152.
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development (2003). *PISA 2000 - Conceitos Fundamentais em Jogo na Avaliação de Literacia Científica e Competências dos alunos portugueses (3º relatório nacional coordenado por Glória Ramalho)*. Lisboa: Ministério da Educação - Gabinete de Avaliação Educacional. (http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=33&fileName=conceitos_literacia_cientifica.pdf).
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. (<http://www.oecd.org/dataoecd/63/35/37464175.pdf>).
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development, (2002). *Programme for International Student Assessment - Sample tasks from the PISA 2000 assessment of Reading Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD Publications.
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development, (2007). *PISA 2006 – Competências Científicas dos Alunos Portugueses*. Edição Eletrónica. Lisboa: ME- GAVE.

- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development, (2010), *PISA 2009 Results: Overcoming Social Background – Equity in Learning Opportunities and Outcomes* (Volume II). <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091504-en>.
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development, (2013), *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science* (Volume I), PISA, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201118-en>.
- OEI (Organização dos Estados iberoamericanos) (2001). *Memoria de la programación 1999-2000*, pp. 121-134. Madrid: OEI. <http://www.oei.es/>
- Oliva, J. M. & Acevedo, J. A. (2005). La Enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 241-250.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections - A Report to the Nuffield Foundation*. (http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf)
- Osborne, J. (2010). Science for citizenship. In M. Monk & J. Osborne (Eds.). *Good practice in science teaching* (pp. 225 - 240). Buckingham: Open University Press.
- Osborne, J. (2011). Science education policy and its relationship with research and practice: Lessons from Europe and United Kingdom. In G. E. DeBoer, *The role of public policy in k-12 science education* (pp. 13-46). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Paixão, M. F. C. & 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.
- Palacios, E.M.G., Galbarte, J.C.G., López-Cerezo, J.A., Luján, J.L., Gordillo, M.M., Osório, C. & Valdés, C. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad: Una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos [OEI] para la educación, la Ciência y la Cultura.
- Parcerisa, A. (1997). *Materiales curriculares: Como elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. (2ª ed.). Barcelona: Graó.
- Pardal, L., & Lopes, E. S. (2011). *Métodos e técnicas de investigação social* (2ª edição). Porto: Areal Editores.
- Pavlov, I. (1927). *Conditioned reflexes*. London, Clarendon Press.
- Pedrosa, A., Leite, L. (2005). *Educação em Ciências e Sustentabilidade na Terra: Uma análise das Abordagens Propostas em Documentos Oficiais e Manuais Escolares*. Braga: Universidade do Minho. (<http://hdl.handle.net/1822/9851>)
- Peña V. T. & Morillo, J. (2007). La Complejidad de Análisis Documental. *Información, Cultura y Sociedad*, (16), 55-81.
- Perales, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.
- Pereira, J.S. (2012). *Educação em ciências em contexto pré-escolar*. Tese de doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro - Departamento de Educação.

- Pereira, M. (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa. Universidade Aberta. (<http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/602/616516/index.html>).
- Pereira, S. & Martins I. P. (2009). Orientações curriculares para a educação pré-escolar – Concepção de um instrumento para análise da dimensão da educação em ciências. In F. Paixão & F. R. Jorge (Coord.), *Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania* (pp. 454-465). XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências. Castelo Branco: Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Pereira, S. & Martins, I. P. (2008). A relação CTS na Educação Pré-Escolar: contributos de uma análise curricular de alguns países europeus. In R. M. Vieira, M. A. Pedrosa, F. Paixão, I. P. Martins, A. Caamaño, A. Vilches & M. J. Martín-Díaz (Eds.), *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências - Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável* (pp. 251-253). V Seminário Ibérico/I Seminário Ibero-americano. Aveiro: Departamento de Didática e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro.
- Piaget, J. (1964). *Seis estudos de psicologia*. Lisboa: Publicações D. Quixote.
- Piaget, J. (1968). *Genetic Epistemology*. Columbia University Press. (<http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/fr/piaget.htm>)
- Piaget, J. (1983). *Problemas de Psicologia Genética*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Pinheiro, N.A.M., Silveira, R. M. & Bazzo, W. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, 13 (1), 71-84.
- Pinheiro, N.A.M., Silveira, R. M. & Bazzo, W. (2009). O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49, 1-25.
- Pires, D. (2001). *Práticas Pedagógicas Inovadoras em Educação Científica*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Pires, D. (2010). *Didática das Ciências [Coletânea de textos]*. Bragança. Escola Superior de Educação de Bragança.
- Pires, D., Morais, A.M. & Neves, I. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade. Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, XII (2), 129-132.
- Praia, J. & Cachapuz, A. (2005). Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. *Revista CTS*, 6 (2), 173-194.
- Praia, J., Gil-Pérez, D. & Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e Educação*, 13(2), 141-156.
- Prieto, T., España, E. & Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 71-77.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- Reis, P. (2006). Ciência e educação: Que relação? *Interações*, 3, 160-187. (<http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4723/1/Ciencia-e-educacao.pdf>)

- Reis, P. (2008). *Investigar e descobrir - Atividades para a educação em ciência nas primeiras idades*. Chamusca: Edições Cosmos.
- Reis, P., Rodrigues, S. & Santos, F. (2006). Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 51-74.
- Ríos, E. & Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 32-55. http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART3_Vol6_N1.pdf.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg, H. & Hemmo, V. (High Level Group on Science Education) (2007). *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Rodrigues, M. (2011). *Educação em Ciências no pré-escolar – Contributos de um programa de formação*. Tese de doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Rodrigues, M. J. & Vieira, R.M. (2012). Programa de formação de educadoras de infância: Seu contributo para a (re)construção de concepções Ciência-Tecnologia-Sociedade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3 (11), 501-520.
- Roig, A. B., Vázquez, A., Manassero, M. A. & García-Carmona, A. (2010). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Roig, A.B., García-Carmona, A., Ángel, A. & Manassero, M.A. (2010). Introducción: Educación científica y naturaleza de la ciencia. In A.B. Roig, Á. Vázquez, M.A. Manassero e A. García-Carmona (Coord.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de Ciencia y Tecnología* (pp. 15-23). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Roldão, M. C. (1995). *O Estudo do Meio no 1.º Ciclo - Fundamentos e Estratégias*. Lisboa: Texto Editora.
- Roldão, M. C. (2000). *Currículo e Gestão das Aprendizagens: as palavras e as práticas*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Roldão, M. C. (2003). *Gestão do Currículo e Avaliação de Competências – As Questões dos Professores*. Lisboa: Editorial Presença.
- Roldão, M. C. (2005). Professores para quê? Para uma reconceptualização da formação de profissionais de ensino. *Revista Discursos*, 2, 95-120.
- Roldão, M. C. (2008). Que educação queremos para a infância? In M. I. Miguéns (Coord.), *A educação das crianças dos 0 aos 12 anos* (pp. 99-113). Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Roldão, M. C. (2009). *Estratégias de ensino: o saber e o agir do professor*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão.

- Rubba, P. A. & Harkness, W. L. (1993). Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, 77 (4), 407-431.
- Rubba, P. A., Schoneweg, C. S. & Harkness, W. J. (1996). A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, 18 (4), 387-400
- Ruiz, J.J.; Solbes, j. & Furió, C. (2013). Los debates sociocientíficos: un recurso para potenciar la competencia argumentativa en las clases de física y química. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*, 3126-3131 (ISSN: 0212-4521).
- Ruiz, M. G.; Flores, R. C. & Prado A. C. (2010). Creencias sobre la NdCyT: una comparación entre estudiantes universitarios de ciencias y de humanidades. In A.B. Roig, Á. Vázquez, M.A. Manassero e A. García-Carmona (Coord.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de Ciencia y Tecnología* (pp.179-191). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Sá, P. (2008). *Educação para o desenvolvimento sustentável no 1.º CEB: contributos da formação de professores*. Tese de Doutoramento não publicada. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Sánchez-Díaz, M. & Vega. V. J. (2003). Algunos aspectos teórico-conceptuales sobre el análisis documental y el análisis de información. *Ciencias de la Información*, 34 (2), 49-60.
- Santo, E. M. (2006). Os manuais escolares, a construção de saberes e a autonomia do aluno. Auscultação a alunos e professores. *Revista Lusófona de Educação*, 8 (8), pp. 103-115.
- Santos, F. M. T. & Greca, I. M. (Org.). (2006). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Unijuí.
- Santos, M. E. (1999). *Desafios pedagógicos para o século XXI - Suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. (2001a). *A Cidadania na "Voz" dos Manuais Escolares – O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. (2001b). Relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. In P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad – formación científica para la ciudadanía* (pp. 61-75). Madrid: Narcea.
- Santos, M. E. (2004a). Dos códigos de Cidadania aos códigos do Movimento CTS. Fundamentos, Desafios e Contextos. In I. P. Martins, F. Paixão & R. M. Vieira (Eds.), *Perspetivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciências. Atas do III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências*, 28 - 30 de Junho, Universidade de Aveiro (pp. 13-22). Aveiro: UA – DDTE.
- Santos, M. E. (2004b). Educação pela ciência e Educação sobre a Ciência nos Manuais Escolares. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4 (1), 76-89.
- Santos, M. E. (2005a). Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a novas dimensões epistemológicas. *Revista CTS*, 2 (6), 137-157.

- Santos, M. E. (2005b). Perspectivas de âmbito Epistemológico para um enfoque didático CTS. In P. Membiela e Y. Padilla (Ed.). *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia-tecnología-sociedad en los inicios del siglo XXI*, 7, 49-56. Education Editora. (<http://uvigo.es/education.editora/libro01.htm>).
- Santos, M. E. (2009). Ciência como cultura - paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. *Química nova*, 32 (29), 530-537.
- Santos, P. (2006). O Ensino de Ciências e a Ideia de Cidadania. *Mirandum - Revista eletrônica*, Ano X, 17.
- Santos, W. & Mortimer, E. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia –Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência*, 2 (2). (<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/>).
- Serrano, G. (2004). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes – I. Métodos*. Madrid: Ed. La Muralla.
- Silva, A.M. (2007). *Educação em Ciências no 1º CEB: Desenvolvimento de Competências em Contextos CTSA*. Dissertação de mestrado não publicada. Universidade de Aveiro: Departamento Didática e Tecnologia Educativa.
- Silva, J.L.C. (2007). Natureza da ciência em manuais escolares de ciências naturais e de biologia e geologia: imagens veiculadas e operacionalização na perspectiva dos professores e autores. Tese de Doutoramento. Braga: Universidade do Minho.
- Silva, M.P. (2009). *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. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Silva, R.C.S. & Pereira, E.C. (2011). *Currículos de ciências: uma abordagem histórico-cultural*. In VIII Encontro Nacional de Pesquisa em ciências da Educação. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project - An overview and key findings*. Oslo: University of Oslo. (<http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>)
- Skinner, B. F. (1976). *About Behaviorism*. New York: Vintage Books.
- Solaz-Portolés, J. J. (2007). Algunas deficiencias en el tratamiento del equilibrio químico en los libros de texto preuniversitarios españoles de Química. *Revista Chilena de Educación Científica*, 6(2), 13-21.
- Solaz-Portolés, J. J. (2009). Aprender ciencia con textos: Bases teóricas y directrices. *Latin American Journal of Physics Education*, 3 (2), 376-379. (<http://www.journal.lapen.org.mx>).
- Solaz-Portolés, J. J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto: una revisión. *Educación XXI*, 13, 65-80.

- Solbes, J. & Torres, N. (2013). Concepciones y dificultades del profesorado sobre el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra IX*, 3389-3393 (ISSN: 0212-4521).
- Solbes, J. & Vilches, A. (2002). Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2). (<http://www.saum.uvigo.es/reec>).
- Solbes, J. & Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 337-348.
- Solbes, J. (2009). Simposio: CTSA en el siglo XXI. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 1433-1434. (<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1433-1434.pdf>).
- Solbes, J., Vilches, A. & Gil, D. (2001a). Formación del profesorado desde el enfoque CTS. In P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad - Formación científica para la ciudadanía* (pp. 163-175). Madrid: Narcea.
- Solbes, J., Vilches, A. & Gil, D. (2001b). Papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias. In P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad - Formación científica para la ciudadanía* (pp. 221-231). Madrid: Narcea.
- Sutil, N., Bartoletto, A., Carvalho, W. & Carvalho, L.M.O. (2008). *CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de ciências/física (2000-2007): aspetos epistemológicos e sociológicos*. In XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba. (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0003-1.pdf>).
- Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R. M. (2010). Desenvolvimento de materiais didáticos CTS/PC para a educação em ciências e em matemática numa perspectiva de literacia. In C. A. Muniz, W. L. P. Santos, M. A. B. Braga, M. D. Maciel, D. Auler & A. Crispino (Eds.), *Educação para uma nova ordem socioambiental no contexto da crise global. II Seminário Ibérico-americano CTS no Ensino das Ciências /VI Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R.M. (2012a). *Co(relação) entre a Literacia Científica e Pensamento Crítico no contexto da Educação em Ciências com orientação CTS*. In Atas do VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias. Madrid, Espanha: OEI. (ISBN: 978-84-7666-199-4).
- Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R.M. (2012b). *Educação em Ciências com orientação CTS: Recursos didáticos com foco no Pensamento Crítico visando a Literacia Científica*. In Atas do VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias. Madrid, Espanha: OEI. (ISBN: 978-84-7666-199-4).
- Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R.M. (2013). Estratégias de ensino e aprendizagem e a promoção de capacidades de pensamento crítico. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*, 3685-3690 (ISSN: 0212-4521).

- Tenreiro-Vieira, C. (2004). Produção e Avaliação de Actividade de aprendizagem de Ciências para promover o pensamento crítico dos alunos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33(6). (<http://www.rieoei.org/investigation8.htm>).
- Thorndike, E. (1913). *Educational psychology, The psychology of learning*. New York: Teachers College Press.
- Torres, A. C. (2012). *Desenvolvimento de Courseware com orientação CTS para o Ensino Básico*. Tese de doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro – Departamento de Educação.
- Torres, N. & Solbes, J. (2012). Análisis del pensamiento crítico de los estudiantes a partir del abordaje de las cuestiones sociocientíficas. In Domínguez Castiñeiras, J.M. (Ed), *XXV Encuentro de didáctica de las ciencias experimentales*, 945-952. Santiago de Compostela.
- UNESCO (1985). *Nouveau manuel de l'UNESCO pour l'enseignement des sciences*. Paris: Firmin-Didot.
- UNESCO (1990). *Final Report: World Conference on Education for All - Meeting Basic Human Needs*. Paris: UNESCO.
- UNESCO (1994). *Science and Technology 2000+ Education for all. The Project 2000+ Declaration*. Paris: UNESCO.
- UNESCO (2005). *Draft International implementation scheme for the United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014)*. Paris, UNESCO (<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001486/148654e.pdf>).
- UNESCO/ICSU (1999). *Ciência para o Século XXI – Um Novo Compromisso. Declaração sobre a ciência e o conhecimento científico*. Lisboa: UNESCO. (Versão eletrónica). (<http://unesco.pt/pdfs/cienc/docs/Declaracaociencia.doc>).
- UNESCO/ICSU (1999a). *Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*, Budapest (Hungría), 26 junio - 1 julio de 1999. <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>.
- UNESCO-ICSU (1999b). *Proyecto de programa en pro de la ciencia: Marco general de acción. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*, Budapest (Hungría), 26 junio - 1 julio de 1999. <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestmarco.htm>.
- Urones, C.; Escobar, B. & Vacas, J.M. (2013): Las plantas en los libros de Conocimiento del Medio de 2º ciclo de primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10 (3), 328-352.
- Vasconcelos C., Praia, J.F. & Almeida, L.S. (2003). Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, 7(1), 11-19.
- Vasconcellos, E.S. & Santos, W.L.P. (2008). *Educação ambiental por meio de tema CTSA: Relato e análise de experiência em sala de aula*. In. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

- Vázquez, J. R., Ruipérez, T. & Nuño, M. T. (1998). La reforma en los libros de texto de Ciencias Naturales de la ESO. *Revista de Psicodidáctica*, 5, 115-124.
- Vázquez, A. & Cruz, M. R. (2013). Secuencia de enseñanza aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología para la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*, 3637-3641 (ISSN: 0212-4521).
- Vázquez, A. & Manassero, M.A. (2012a). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-33.
- Vázquez, A. & Manassero, M.A. (2012b) La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): Una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 32-53.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A., Manassero, M.A. & Acevedo-Romero, P. (2006). Actitudes del alumnado sobre ciencia tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8 (2). Acedido a 8 de Outubro de 2013 em: <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vazquez2.html>.
- Vázquez, A., Manassero, M. A., Acevedo, J. A. & Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la Ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 331-363. (http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART7_Vol6_N2.pdf)
- Vázquez, A., Manassero, M. A., Acevedo, J. A. & Acevedo-Romero, P. (2008). Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. *Química Nova na Escola*, 27, 34-50. (<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc27/07-ibero-6.pdf>).
- Vázquez, A., Manassero, M. A., Bennassar, A. & Ariza, M. R. (2012). La comprensión sobre la naturaleza de la ciencia del profesorado: una propuesta integral de formación desde un análisis de caso. In Domínguez Castiñeiras, J.M. (Ed), *XXV Encuentro de didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 181-188). Santiago de Compostela.
- Vázquez, A., Manassero, M. A., Roig, A. & Bonnin, S. (2012). *Una investigación para enseñar y aprender acerca de naturaleza de la ciencia y tecnología en un contexto CTS*. In Atas do VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias. Madrid, Espanha: OEI. (ISBN: 978-84-7666-199-4).
- Vázquez, A., Manassero, M.A., Acevedo, J.A. & Acevedo-Romero, P. (2006). *El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS)*. Comunicação apresentada no I Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación 'Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo en Iberoamérica, México. Acedido a 8 de Outubro de 2013 em www.oei.es/salactsi/vazquez.htm
- Vázquez, A., Manassero, M.A., Roig, A., Talavera, M.M. & García-Carmona (2010). Perspectivas Iberoamericanas en la educación para la ciudadanía aportadas por el proyecto Iberoamericano PIEARCTS. Em C.A. Muniz, W.L.P. Santos,

- M.A.B. Braga, M.D. Maciel, D. Auler, e A. Chrispino (Orgs.), *Educação para uma nova ordem socioambiental no contexto da crise global* (s.p.). II Seminário Ibérico-americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências. Brasília: Universidade de Brasília.
- Vieira, N. (2007). Literacia Científica e Educação de Ciências. Dois objetivos para a mesma aula. *Revista Lusófona da Educação*, 10, 97-108.
- Vieira, R. M. & Martins, I. P. (2001). *Concepção de um instrumento de caracterização de práticas pedagógico-didáticas com orientação CTS*. Actas do IX Encontro Nacional de Educação em Ciência na Escolaridade Básica. (<http://www.esev.ipv.pt>).
- Vieira, R. M. (2003). *Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclo do Ensino Básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC*. Tese de doutoramento (não publicada). Aveiro: Universidade de Aveiro. (<http://biblioteca.sinbad.ua.pt/teses/2005001712>).
- 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.
- Vilches, A. & Furió, C. (1999). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI*. Madrid: OEI. <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctseduccion.htm>.
- Vilches, A. & Gil-Pérez (2010a). Educación Ambiental y Educación para el Desarrollo Sostenible: Convergencias y (supuestas) divergencias. In Universidade de Brasília (Ed.), *Educação para uma nova ordem socioambiental no contexto da crise global. II Seminário Ibero-americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências (VI Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências)*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Vilches, A. & Gil-Pérez (2010b). Educación para un nuevo orden socio-ambiental: Reflexiones acerca del futuro del Seminario Ibero-americano CTS. In Universidade de Brasília (Ed.), *Educação para uma nova ordem socioambiental no contexto da crise global. II Seminário Ibero-americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências (VI Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências)*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Vilches, A., Gil Pérez, D., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In W. Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp.161-184). Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Vygotsky, L. S. (1988). Interação entre aprendizado e desenvolvimento. In Pires, D. (2002). *Práticas Pedagógicas Inovadoras em educação Científica*. Tese de Doutorado. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Vygotsky, L. S. (1996). Pensamento e Linguagem. In M. Fontes (Eds.). São Paulo: Martins Fontes Editora Ltda.
- Watson, J. (1913). Psychology as the Behaviorist views it. *First published In Psychological Review*, 20, pp. 158-177. (<http://psychclassics.yorku.ca/Watson/views.htm>)
- Wellington, J. & Ireson, G. (2008). *Science Learning, Science Teaching*. London and New York: Routledge.

- Yin, Z. (2009). A comparative study of the constructivist views between Piaget and Vygotsky. *Foreign Language Research*, 5, 117-120.
- Zeidler, D. & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Zeidler, D., Sadler, T., Simmons, M. L. & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research - Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Science Education*, 89(3), 357 -377.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies – The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

ANEXOS

ANEXO A: Versão Portuguesa do VOSTS (adaptado de Canavarro, 2000).

Item	Código Original	Tópico de Avaliação
1	10111	Definição de Ciência
2	10211	Definição de Tecnologia
3	10421	Ciência e Tecnologia e qualidade de vida
4 e 5	20121 e 20141	Controlo político e governamental da Ciência
6	20211	Controlo da Ciência pelo sector privado
7	20611	Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência
8	40217	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para decisões sociais
9 e 10	40311 e 40321	Contribuição da Ciência e da Tecnologia [C&T] para a criação de problemas sociais e investimento em C&T versus investimento social
11	40411	Contribuição da C&T para a resolução de problemas sociais
12	40531	Contribuição da C&T para o bem-estar económico
13	60311	Ideologias e crenças religiosas dos cientistas
14	60411	Vida social dos cientistas
15	60611	"Efeito do género" nas carreiras científicas
16	70212	Tomada de decisão sobre questões científicas
17	80111	Tomada de decisão sobre questões tecnológicas
18	80211	Controlo público da Tecnologia
19	90211	Natureza dos modelos científicos

ANEXO B: Temas, subtemas e itens do questionário COCTS (adaptado de Vázquez, A., Acevedo, J.A., Manassero, M.A. & Acevedo-Romero, 2006; Filho, Maciel, Sepini & Vázquez, 2013).

Tema	Subtema	Item
Definições de ciência e tecnologia		
1. Ciência e Tecnologia	01. Ciência	10111, 10113
	02. Tecnologia e Desenvolvimento (I+D)	10211
	03. Investigação	10311
	04. Interdependência	10411, 10412, 10413, 10421, 10431
Sociologia externa da ciência		
2. Influência da Sociedade sobre a Ciência e a Tecnologia	01. Governo	20111, 20121, 20131, 20141, 20151
	02. Indústria	20211
	03. Exército	20311, 20321
	04. Ética	20411
	05. Instituições educativas	20511, 20521
	06. Grupos de pressão	20611
	07. Influência sobre os cientistas	20711
	08. Influência geral	20811, 20821
3. Influência triádica CTS	01. Interações entre ciência, tecnologia e sociedade	30111
4. Influência da ciência e Tecnologia sobre a Sociedade	01. Responsabilidade social	40111, 40121, 40131, 40142, 40161
	02. Decisões sociais	40211, 40221, 40231
	03. Problemas sociais	40311, 40321
	04. Resolução de problemas	40411, 40421, 40431, 40441, 40451
	05. Bem-estar económico	40511, 40521, 40531
	06. Contribuição ao poder militar	40611
	07. Contribuição ao pensamento social	40711
	08. Influência geral	40811, 40821
5. Influência da Ciência escolar sobre a Sociedade	01. União das duas culturas	50111
	02. Fortalecimento social	50211
	03. Caracterização escolar da ciência	50311
Sociologia interna da ciência		
6. Características dos cientistas.	01. Motivações	60111
	02. Valores e normas	60211, 60221, 60222, 60226
	03. Ideologias	60311
	04. Capacidades	60411, 60421
	05. Efeitos do género	60511, 60521, 60531
	06. Insuficiente representação das mulheres	60611
7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivo social	70111, 70121
	02. Decisões científicas	70211, 70221, 70231
	03. Comunicação profissional	70311, 70321
	04. Competência profissional	70411
	05. Interações sociais	70511
	06. Influência dos indivíduos	70611, 70621
	07. Influência nacional	70711, 70721
	08. Ciência pública vs. Ciência privada.	70811
8. Construção social da Tecnologia	01. Decisões tecnológicas;	80111, 80121, 80131
	02. Autonomia da Tecnologia.	80211

Epistemologia		
	01. Observações.	90111
	02. Modelos científicos	90211
	03. Esquemas de classificação	90311
	04. Provisoriedade	90411
	05. Hipóteses, teorias e leis	90511, 90521, 90531, 90541
9. Natureza do conhecimento científico	06. Aproximação às investigações	90611, 90621, 90631, 90641, 90651
	07. Precisão e incerteza	90711, 9072
	08. Raciocínio lógico	90811
	09. Pressupostos da ciência	90921
	10. Estado epistemológico	91011
	11. Paradigmas e coerência conceitual	91111, 91121

ANEXO C: Organização dos conteúdos científicos do terceiro ciclo da Educação Primária segundo o Decreto 40/2007 (Currículo da Educação Primária, Comunidade de Castilla e León).

Contenidos - Tercer ciclo

Bloque 1 - Geografía. El entorno y su conservación

- El Universo. El sistema solar. Las capas de la Tierra: atmósfera, hidrosfera, corteza, manto y núcleo.
- Distribución del agua en la Tierra. Aguas subterráneas y superficiales.
- Catástrofes naturales: volcanes, terremotos e inundaciones.
- Minerales y rocas. Identificación y clasificación. Los componentes del suelo.
- Los paisajes. España y su diversidad paisajística. La diversidad paisajística de Castilla y León. Valoración de la diversidad y riqueza de los paisajes del territorio español. Aspectos físicos y humanos. La diversidad paisajística del mundo.
- El clima. Elementos meteorológicos y factores geográficos. Diferencia entre tiempo y clima. Seguimiento, lectura e interpretación del tiempo atmosférico en distintas representaciones.
- Principales climas en Castilla y León y en España; sus características básicas. Influencia en el paisaje y en la actividad humana. El cambio climático y sus consecuencias.
- Representación a escala de espacios conocidos. Diferentes representaciones sobre un mismo espacio (planos, fotografías aéreas y otros medios tecnológicos). Planificación de itinerarios.
- Localización en diferentes representaciones cartográficas de elementos relevantes de geografía física y política del mundo.
- Los seres humanos y el medio ambiente. La intervención humana en la naturaleza y sus consecuencias. Espacios Naturales protegidos en España.

Bloque 2 - Ciencias. La diversidad de los seres vivos

- Estructura y fisiología de las plantas. La fotosíntesis y su importancia para la vida en el planeta.
 - Estructura de los seres vivos: células, descripción de su estructura; tejidos: tipos; órganos: principales características y funciones; aparatos y sistemas: componentes y funcionamiento. Uso de la lupa binocular y de otros medios tecnológicos para su reconocimiento y análisis.
 - Niveles de clasificación en la materia viva. Virus, bacterias y organismos unicelulares complejos. Hongos.
 - Las relaciones entre los seres vivos. Cadenas alimentarias. Poblaciones, comunidades y ecosistemas. Características y componentes de un ecosistema. Actuaciones del hombre que modifican el medio natural. Principales ecosistemas de Castilla y León.
 - Uso de claves y guías de identificación de animales y plantas. La experimentación para observar su comportamiento y características. Realización de experiencias sencillas y estudios monográficos. Comunicación oral y escrita de resultados.
-

- Normas de uso, seguridad y mantenimiento de los instrumentos de observación y materiales de trabajo.
- Interés por la observación y el estudio riguroso de todos los seres vivos. Hábitos de respeto y cuidado hacia los seres vivos.

Bloque 3 - Ciencias. La salud y el desarrollo personal

- El cuerpo humano y su funcionamiento. Anatomía y fisiología. Aparatos y sistemas.
- Funciones vitales en la especie humana: nutrición (aparatos respiratorio, digestivo, circulatorio y excretor), relación (órganos de los sentidos, sistema nervioso) y reproducción (aparato reproductor).
- Salud y enfermedad. Principales enfermedades que afectan a los aparatos y sistemas del organismo humano. Hábitos saludables para prevenir enfermedades y potenciar estilos de vida saludables. La conducta responsable. Efectos nocivos del consumo de drogas.
- Avances de la ciencia que mejoran la salud y la alimentación (medicamentos, potabilización del agua, aditivos...).
- Conocimiento de actuaciones básicas de primeros auxilios para saber ayudarse y ayudar a los demás.
- La identidad y la autonomía personales. La apertura y relación con los demás. La toma de decisiones: criterios y consecuencias.

Bloque 6 - Materia y energía

- Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades. Utilidad de algunos avances, productos y materiales para el progreso de la sociedad.
 - La masa y el volumen de un cuerpo. Procedimientos de medida.
 - Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido.
 - Predicción de cambios en el movimiento o en la forma.
 - Concepto de energía. Diferentes formas de energía (mecánica, lumínica, sonora, eléctrica, térmica, química). Fuentes de energía y materias primas: su origen. Energías renovables y no renovables. Beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía: agotamiento, lluvia ácida, radiactividad. Desarrollo sostenible.
 - Planificación y realización de experiencias sencillas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante los cambios energéticos.
 - La luz como fuente de energía. Electricidad: la corriente eléctrica. Circuitos eléctricos. Magnetismo: el magnetismo terrestre. El imán: la brújula.
 - Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.
 - Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.
 - Planificación y realización de experiencias sencillas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad. Comunicación oral y escrita del proceso y del resultado.
 - Observación de algunos fenómenos de naturaleza eléctrica y sus efectos (luz y
-

calor). Atracción y repulsión de cargas eléctricas.

- Respeto por las normas de uso, seguridad y de conservación de los instrumentos y materiales de trabajo.
- Desarrollo de actitudes individuales y colectivas frente a determinados problemas medioambientales.

Bloque 7 - Objetos, máquinas y nuevas tecnologías

- Máquinas y aparatos. Tipos de máquinas en la vida cotidiana y su utilidad. Análisis de operadores y utilización en la construcción de un aparato. Beneficios y riesgos de las nuevas tecnologías y productos. Medidas de prevención. Primeros auxilios.
 - Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas (puente, tobogán, escalera, etc.).
 - La electricidad en el desarrollo de las máquinas. Circuitos eléctricos sencillos. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes. La relación entre electricidad y magnetismo. Construcción de un electroimán.
 - Importantes descubrimientos e inventos que han hecho avanzar a la Humanidad. Grandes investigadores, inventores y científicos. Lectura de biografías.
 - La ciencia: presente y futuro de la sociedad:
 - La cultura y el ocio (el libro –papel, tecnología informática–); el arte (pinturas y colorantes); la música (cintas y discos compactos); el cine (fotografía, vídeo y DVD); el deporte (materiales más flexibles y aerodinámicos).
 - El hogar y la vida diaria: electrodomésticos, alimentos, residuos, fibras textiles.
 - El transporte: el automóvil (materiales ligeros y resistentes, air bag); sistemas de comunicación e información (señalización electrónica, GPS).
 - La informática y las telecomunicaciones: chips, CD-ROM y otros soportes magnéticos, y fibra óptica.
 - La construcción: materiales aislantes y barnices.
 - La medicina: conocimiento del genoma humano, trasplantes, nuevos medicamentos y vacunas.
 - El informe como técnica para el registro de un plan de trabajo, comunicación oral y escrita de conclusiones. Desarrollo de un proyecto.
 - Informática. Uso autónomo del tratamiento de textos. Búsqueda guiada de información en la red. Control del tiempo y uso responsable de las tecnologías de la información y la comunicación.
-

ANEXO D: Identificação dos conteúdos científicos portugueses (2º Ciclo) e dos conteúdos científicos espanhóis (3º Ciclo).

Conteúdos portugueses de ciências 2º Ciclo (5º e 6º ano)	Conteúdos espanhóis de ciências 3º Ciclo (5º y 6º año)
<p style="text-align: center;">5º Ano</p> <p>Bloco 1 – Introdução Onde existe vida? A Biosfera; Proteção do ambiente.</p> <p>Bloco 2 - Diversidade dos seres vivos e as suas interações com o meio Unidade - Diversidade nos animais Variedade de formas e revestimento do corpo; Deslocação; Alimentação; Reprodução; Variação dos fatores do meio – sua influência no comportamento dos animais; Classificação de animais.</p> <p>Unidade - Diversidade nas Plantas Morfologia das plantas sem flor; Morfologia das plantas com flor; Classificação de plantas; As plantas e o meio.</p> <p>Bloco 3 - Unidade na diversidade dos seres vivos Unidade - A célula: unidade na constituição dos seres vivos Morfologia e dimensões celulares; Constituintes da célula; Seres unicelulares e seres pluricelulares; Organização dos seres vivos.</p> <p>Unidade - Classificação dos seres vivos Classificação e Importância da classificação.</p> <p>Bloco 4 - A água, o ar; as rochas e o solo – Materiais terrestres Unidade - A importância da água para os seres vivos A água, importante componente dos seres vivos; Propriedades da água; Distribuição da água na natureza; Qualidade e poluição da água; Proteção da qualidade da água; Utilização e Tratamento da água; A água e as atividades humanas.</p> <p>Unidade - A importância do ar para os seres vivos Constituintes do ar - suas propriedades; Importância dos gases atmosféricos – sua utilização; Fatores que alteram a qualidade do ar; Consequências da poluição atmosférica; Recurso a energias renováveis.</p> <p>Unidade - As rochas, os solos e os seres vivos Constituição e propriedades das rochas; Rochas existentes em Portugal; Rochas, minerais e atividades humanas; Alteração das rochas pelos agentes atmosféricos e biológicos; Génese e constituição dos solos; Alguns tipos de solos e suas propriedades – atividades humanas; Conservação dos solos - novas tecnologias e suas consequências.</p>	<p>Bloco 1 - El entorno y su conservación Unidades El universo y el sistema solar; Catástrofes naturales; La Tierra, Minerales y rocas; El clima; Distribución del agua en la Tierra; Los paisajes, el relieve y los ríos; La intervención humana en la naturaleza; Espacios naturales protegidos.</p> <p>Bloco 2 – La diversidad de los seres vivos Unidades Los animales; Las plantas; Clasificación de animales y plantas; Los seres vivos (la célula, clasificación de los seres vivos, descripción de su estructura); Los ecosistemas (características y componentes, relaciones entre los seres vivos).</p> <p>Bloco 3 – La salud y el desarrollo personal Unidades El cuerpo humano y su funcionamiento. Anatomía y fisiología, Aparatos y sistemas. Funciones vitales en la especie humana (nutrición, relación y reproducción); Salud y enfermedad.</p> <p>Bloco 6 – Materia y energía Unidades La energía y sus propiedades (Concepto de energía, Diferentes formas de energía, Energías renovables y no renovables, Beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía, Desarrollo sostenible). La materia y sus transformaciones.</p>
<p style="text-align: center;">6º Ano</p> <p>Bloco1 – Processos vitais comuns aos seres vivos A - Processos vitais comuns aos seres vivos Unidades Os alimentos como veículo de nutrientes; Sistema digestivo humano e de outros animais; Circulação do ar - movimentos</p>	<p>Bloco 7 – Objetos, máquinas y nuevas tecnologías Unidades Máquinas y aparatos; Electricidad y magnetismo; Los avances técnicos.</p>

respiratórios; Sistemas respiratórios de um peixe; Sistema respiratório humano; Transporte de nutrientes e oxigênio até às células (Sistema circulatório; constituição e funções do sangue);
Utilização de nutrientes na produção de energia e
Eliminação de produtos da atividade celular;
Alimentação das plantas e sua importância para o mundo vivo

B – Transmissão de vida

Unidades

Reprodução humana e crescimento; Reprodução nas plantas.

Bloco 2 – Agressões do meio e integridade do organismo

Unidades

Micróbios; Higiene e problemas sociais; Poluição.

ANEXO E: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador, contemplados nos manuais escolares de Ciências portuguesas de 5º/6ºano.

Indicadores (n=13)																
Manual	Episódio	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	Total episódios por manual	
5º/6ºMP1	E	10	0	1	13	3	6	1	3	12	0	0	0	2	51	83
	I	0	2	0	9	4	0	1	0	6	0	10	0	0	32	
5º/6ºMP2	E	5	0	0	5	5	1	0	1	4	0	3	0	1	25	64
	I	4	0	0	3	4	0	3	1	14	0	10	0	0	39	
5º/6ºMP3	E	3	0	0	3	0	2	0	0	2	0	3	0	0	13	32
	I	2	0	0	6	1	0	1	0	2	0	7	0	0	19	
5º/6ºMP4	E	3	0	0	2	2	1	2	0	2	0	0	0	0	12	36
	I	2	2	0	7	1	0	0	1	5	0	6	0	0	24	
5º/6ºMP5	E	3	0	0	6	2	1	1	1	1	0	0	0	0	15	41
	I	2	3	0	9	2	0	2	0	0	0	8	0	0	26	
5º/6ºMP6	E	6	2	0	9	2	1	1	0	5	0	11	1	1	39	76
	I	2	6	0	7	3	1	2	0	7	0	8	1	0	37	
Total episódios por indicador	E	30	2	1	38	14	12	5	5	26	0	17	1	4	332	
	I	12	13	0	41	15	1	9	2	34	0	49	1	0		
	T	42	15	1	79	29	13	14	7	60	0	66	2	4		