



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Educação

**A PERSPECTIVA CTSA NOS MANUAIS ESCOLARES DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA DO 2ºCEB**

ISABEL MARÍLIA BORGES FERNANDES

*Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação de Bragança para obtenção
do Grau de Mestre em Ensino das Ciências.*

Orientado por

Professora Doutora Delmina Maria Pires

Bragança

Maior 2011

ISABEL MARÍLIA BORGES FERNANDES

**A PERSPECTIVA CTSA NOS MANUAIS ESCOLARES DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA DO 2º CEB**

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior de Educação de Bragança, para obtenção do grau de Mestre em Ensino das Ciências, sob orientação da Professora Doutora Delmina Maria Pires, Professora Adjunta do Departamento de Ciências da Natureza da Escola Superior de Educação de Bragança

RESUMO

Perante o rápido avanço da Ciência e da Tecnologia nos dias actuais, a Educação Científica torna-se uma necessidade para todos, visando a participação da cidadania na tomada de decisões, principalmente em implicações dos avanços científicos e tecnológicos que podem colocar em risco as pessoas e o meio ambiente. Assim, a perspectiva CTSA, uma das linhas mais inovadoras e actual no ensino das ciências, é preconizada por Programas e Orientações Curriculares do Ensino Básico, nomeadamente, no ensino de Ciências da Natureza do 2º ciclo do Ensino Básico. Com esta perspectiva de ensino, pretende-se desenvolver nos alunos a literacia científica permitindo a sua imersão não apenas nos aspectos conceptuais da ciência, mas possibilitando estabelecer relações destes com outros de natureza social, política, religiosa, económica e ambiental, integrando a aprendizagem da ciência com as questões problemáticas do meio em que estão inseridos.

Neste contexto, os recursos curriculares, e em particular os manuais escolares, devem ser capazes de responder a estas exigências. Devem, por isso, contemplar actividades/estratégias de ensino/aprendizagem e um discurso/informação concordantes com uma Educação em Ciências com orientação CTSA, capazes de desenvolver a literacia científica nos alunos.

Este trabalho centra-se na análise de manuais escolares de Ciências da Natureza do 5ºano editados em 2010 e tem como objectivo investigar se os manuais escolares exploram os conteúdos científicos interligando-os com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, tal como sugerem as Orientações Curriculares do Ensino Básico.

O estudo é de natureza qualitativa e foi utilizada como técnica de recolha de dados a análise documental. Construiu-se um instrumento de análise de manuais escolares de Ciências da Natureza baseado em Alves (2005) que foi reformulado, pilotado, e construído em torno de 1 categoria, 2 dimensões e 13 indicadores da perspectiva a CTSA.

O estudo mostrou que a perspectiva CTSA ainda é pouco apreciável nos manuais escolares de Ciências da Natureza e que a forma como é explorada não reflecte uma adequada Educação em Ciências com orientação CTSA. Os resultados obtidos permitem levantar algumas questões relacionadas com a produção, concepção e selecção de manuais escolares com orientação CTSA. Para que os manuais escolares de Ciências da Natureza atendam a Educação em Ciências segundo uma perspectiva CTSA é necessário que se altere a sua concepção. É imprescindível elaborar materiais escolares que contribuam para a alfabetização científico-tecnológica necessária ao cidadão comum do século XXI, tornando-os, assim, um recurso didáctico capaz de dar resposta e acompanhar as investigações feitas em Didáctica das Ciências e às actuais orientações do Currículo Nacional do Ensino Básico.

Palavras – chave: Manuais escolares de Ciências da Natureza – 5ºano, Perspectiva CTSA; Ensino das Ciências; Literacia Científica.

ABSTRACT

Given the rapid advancement of science and technology in our times, an education in science has become a necessity for everyone, encouraging the participation of citizens in decision-making, especially in the implications of scientific and technological advances that can endanger people and the environment. Thus the ESTS perspective, one of the most innovative and up-to-date approaches in scientific education, is advocated by the Programs and Curriculum Guidelines for Basic Education, particularly in the teaching of Natural Sciences in the 2nd cycle of basic education. In this perspective of teaching, the aim is to develop the students' scientific literacy, allowing for not only their immersion in the conceptual aspects of science, but also enabling the establishment of relationships with other aspects of a social, political, religious, economic and environmental nature, integrating the learning of science with the problematic issues of the environment in which they live.

In this context, curriculum resources, particularly textbooks, must be able to meet these requirements. They should therefore include activities / strategies of teaching / learning and discourse / information consistent with a Science Education which is ESTS oriented and able to develop scientific literacy in students.

This work focuses on the analysis of textbooks of 5th grade Natural Science published in 2010 and aims to investigate whether the textbooks explore the scientific content by linking them with Technology, Society and Environment, as suggested by the curriculum guidelines of Basic Education.

The study is qualitative in nature and was used as a technique for collecting data for documental analysis. A tool for the analysis of textbooks of Natural Sciences based on Alves (2005) was designed, which has been redesigned, piloted, and built around 1 category, 2 dimensions and 13 indicators from the perspective of the ESTS.

The study showed that the ESTS perspective was hardly to be found in the textbooks of natural sciences and the way it is exploited does not reflect an adequate education in science-oriented ESTS. The results which were obtained permitted questions to be raised related to the production, design and selection of textbooks with ESTS orientation. For the textbooks to approach Natural Science Education in Science with a ESTS outlook, it is necessary to change their conception. It is essential to prepare school materials that contribute to the scientific and technological literacy necessary for the ordinary citizen of the 21st century, thus making them a teaching resource able to meet and accompany the investigations made into science teaching and into the current guidelines of the National Curriculum of Basic Education.

Key - words: Natural Sciences Textbooks - 5th year, ESTS Perspective; Science Education, Scientific Literacy.

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Delmina Maria Pires por todo o apoio prestado, inestimáveis esclarecimentos fornecidos e pelo seu importante contributo na minha formação pessoal e profissional.

.

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

INDÍCE

Resumo	iii
Abstract.....	iv
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO.....	1
1 - Considerações prévias	1
2 - Contextualização do estudo.....	6
3 - Importância do estudo	14
4 - Finalidade, objetivos e questões do estudo	16
5 – Estrutura do estudo	18
CAPITULO 2	21
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
1 – A natureza da ciência e o ensino das ciências	21
2 - A educação CTSA no ensino das ciências	23
2.1 – Considerações prévias	23
2.2 - Ensino das ciências e perspectiva ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.24	
2.3 – A importância da literacia científica	33
3 - O manual escolar no processo educativo português: enquadramento legal	36
3.1 - O manual escolar no processo ensino/aprendizagem das ciências da natureza - recurso impulsionador de uma educação CTSA	38
CAPITULO 3	44
METODOLOGIA.....	44
1 - Natureza da investigação.....	44
2 - População e amostra.....	46
3 - Técnica e instrumento de recolha de dados.....	47
3.1 - Instrumento de análise de manuais escolares de ciências da natureza quanto à perspectiva CTSA.	49
4 - Etapas do estudo.....	52
5 - Recolha e tratamento de dados.....	53
CAPÍTULO 4	57
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	57
1 – Perspectiva CTSA nos manuais escolares	57
1.1 – Manuais em estudo.....	58

1.1.1 – Dimensões e Episódios contemplados nos manuais escolares de Ciências da Natureza.	58
1.1.2 – Sínteses das análises efectuadas aos manuais escolares.....	92
CAPITULO 5	104
CONCLUSÕES	104
1 - Principais conclusões	104
2 - Implicações do estudo e sugestões para futuras investigações	109
3 - Limitações do estudo.....	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
ANEXOS	124
ANEXO A: Constituição da versão portuguesa abreviada do VOSTS (adaptação DE Canavarro, 2000)	124

INDÍCE DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre a finalidade, as questões de investigação e os objectivos do estudo.....	18
Tabela 2: Critérios a serem seguidos na construção de materiais curriculares CTS e manuais escolares.	42
Tabela 3: Listagem de manuais escolares de Ciências da Natureza do 5.ºano adoptados em 2010	47
Tabela 4: Relação entre as questões de investigação e os instrumentos de recolha de dados, no âmbito da técnica de investigação utilizada.	48
Tabela 5: Instrumento de análise de manuais escolares de Ciências da Natureza quanto à Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).....	51
Tabela 6: Incorporação da perspectiva CTSA nos manuais escolares de Ciências da Natureza.....	57
Tabela 7: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador contemplados nos manuais escolares em estudo	93
Tabela 8: Número de episódios por indicador contemplados nos manuais em estudo ..	98
Tabela 9: Indicadores da perspectiva CTSA presentes nas unidades temáticas incluídas dos manuais da amostra por dimensão de análise.	101
Tabela 10: Dimensões e respectivos indicadores identificados nos manuais escolares de Ciências da Natureza	103

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema Geral do Estudo	20
Figura 2: Principais perspectivas de ensino das Ciências, sua ênfase e evolução (adaptado de Cachapuz, 2000).....	29
Figura 3: Exemplos de curiosidades ricas em material CTSA insuficientemente explorado.	89

Figura 4: Exemplo de uma actividade experimental onde está implícita a interacção CTSA.....	92
Figura 5: Exemplo 1 de um episódio mal explorado.....	95
Figura 6: Exemplo 2 de um episódio mal explorado.....	95
Figura 7: Exemplo 3 de um episódio mal explorado.....	96
Figura 8: Exemplo 4 de um episódio mal explorado.....	97

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1 - CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

O desenvolvimento científico e tecnológico tem estado na origem de mudanças sociais, culturais, ambientais, económicas e políticas fundamentais no modo de vida em sociedade, conduzindo a novas formas de pensar a educação, em geral, e a educação em Ciências em particular. Para Gil-Pérez (1998), o principal papel da educação face a essas transformações científico-tecnológicas é o de assegurar uma formação adequada que permita, de forma global e coerente, fazer frente ao desenvolvimento face aos processos de mudança.

O ensino das Ciências na escola não pode ficar alheio a esta realidade e deve, acima de tudo, promover a formação de indivíduos cientificamente literados. Ou seja, deve ter como principal finalidade, além da transmissão de conceitos científicos, a promoção de uma Educação em Ciências que permita aos alunos tornarem-se cidadãos autónomos capazes de compreender o mundo natural que os rodeia e de compreender a sociedade actual, permitindo-lhes enfrentar as mudanças e as exigências que a caracterizam. É ao nível do Ensino Básico que a Educação em Ciências assume um papel deveras importante na promoção da literacia científica, pois é premente nomeadamente devido ao abandono escolar de muitos alunos.

Vivemos, nos últimos tempos, num mundo cada vez mais dependente do conhecimento científico e tecnológico que transforma e influencia o nosso contexto de vida pessoal, social e profissional. Assim, torna-se importante que o processo ensino-aprendizagem contribua para a alfabetização em Ciência e Tecnologia e desenvolva no aluno competências essenciais para a resolução de problemas relacionados com a Ciência e a Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente e para intervir criticamente em questões actuais, permitindo aos cidadãos assumir uma cidadania mais activa na tomada de decisão em vários campos do conhecimento. Deste modo, a educação científica de base tem vindo a assumir um papel fulcral na promoção da literacia científica, potenciando o desenvolvimento de competências necessárias ao exercício de uma cidadania interveniente e informada e à inserção numa vida profissional qualificada.

Segundo Santos (1999, 2001), a sociedade actual é profundamente marcada pelos avanços da Ciência e da Tecnologia e por todo um conjunto de aspectos que condicionam o nosso modo de vida e aos quais a escola não pode ficar indiferente.

São as necessidades da própria sociedade que exigem à escola a capacidade de formar cidadãos conscientes dos problemas com que a Humanidade se depara e que obrigam a decisões individuais e colectivas fundamentadas bem como à consciencialização da actividade humana para um desenvolvimento sustentável (Gil-Pérez, 1998; Paixão & Cachapuz, 1999; Gil-Pérez, Vilches & Oliva, 2005).

O forte crescimento de informação, nomeadamente científica e tecnológica, acarreta novas exigências aos cidadãos, tais como a capacidade de actualização permanente, de participação e de decisão. Deste modo, a escola assume um papel de dupla importância na formação dos cidadãos pois, se por um lado deve fornecer a necessária formação de base, por outro lado, deve permitir e fomentar o desenvolvimento de capacidades necessárias ao processo sócio-construtivo da sua formação. Ou seja, o ensino formal deve, assim, preparar adequadamente os indivíduos, não só ao nível dos saberes básicos, mas também ao nível das competências indispensáveis a um processo continuado de aprendizagem ao longo da vida (Martins, 2004 citada por Almeida, 2005).

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, nomeadamente de pensamento crítico, necessárias na tomada de decisão e na resolução de problemas a nível pessoal, profissional e social (Tenreiro-Vieira, 2000 citado por Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006). Ou seja, a Educação Científica assume um papel fundamental na formação dos indivíduos devendo realizar-se segundo uma perspectiva 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 objectivos 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 e informadas. Para isso deve-se, nomeadamente, como referido por Pires (2010): 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; 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 actual); iii) valorizar os aspectos 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. Esta forma de abordar os conteúdos de Ciências, geralmente designada *Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente* (CTSA) no Ensino das Ciências, é também fundamental porque desenvolve a literacia científica dos alunos, promove o seu gosto e interesse pela Ciência e ajuda-os a melhorar o espírito crítico, o pensamento lógico e a tomada de decisão, tornando-os capazes de tomarem decisões melhor fundamentadas em benefício de uma sociedade e ambiente de melhor qualidade.

Actualmente, as Orientações Curriculares para o Ensino básico, bem como as Metas de Aprendizagem propostas pelo Ministério da Educação, preconizam o ensino das Ciências com uma orientação CTSA com o propósito de ensinar acerca dos fenómenos ligando a Ciência ao mundo tecnológico e social do aluno, bem como aos problemas relacionados com o ambiente. A Educação em Ciências deve, assim, 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).

Ou seja, apesar do pensamento crítico figurar nos currículos de disciplinas de Ciências, ainda que de forma ténue, como uma meta a cumprir, as práticas de ensino, em geral, tendem a não contemplar as capacidades de pensamento crítico e a Educação em Ciências segundo uma perspectiva CTSA é ainda vista um pouco à margem.

Em Portugal, as dificuldades e limitações da formação dos jovens em Ciência são, fundamentalmente, os argumentos para a reformulação curricular (Chagas, 2000). Além de um fraco nível de literacia científica, os alunos revelam, também, falta de interesse e atitudes negativas face à Ciência.

A Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD (2002) define a literacia científica como a capacidade de usar conhecimentos científicos, de reconhecer questões científicas e retirar conclusões baseadas em evidência, de forma a

compreender e a apoiar a tomada de decisões acerca do mundo natural e das mudanças nele efectuadas através da actividade humana.

Chagas (2000), na comunicação apresentada no 1.º - Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor, afirmou que “ (...) um programa de literacia científica envolve, presentemente um conjunto diversificado de competências, capacidades, atitudes e valores acerca dos produtos e processos actuais da ciência e suas implicações na vida pessoal e na sociedade. Estas aprendizagens não se restringem ao período de escolaridade mas desenvolvem-se e progridem ao longo de toda a vida” (p. 7).

Segundo Chagas (2000), estudos realizados em diferentes países têm revelado uma fraca literacia científica entre os jovens. A autora afirma que, num desses estudos, no *Livro Branco sobre o Crescimento, Competitividade e Emprego* (CEC, 1993), é feita referência “ (...) à fraca preparação dos jovens europeus por não incluir competências de pensamento de nível elevado, não considerar as aplicações da ciência e da tecnologia e suas interações com a sociedade, e não contemplar competências e atitudes essenciais para aprender ao longo da vida, condição considerada necessária para a adaptação do jovem a um mundo em constante mudança” (p. 8).

Nesta linha de pensamento, a Educação em Ciências 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, desenvolve a capacidade de transferir conhecimento para outras situações e áreas do saber, isto é, promove a literacia científica nos alunos.

Pires *et al* (2004) consideram que “se a prática pedagógica possuir características favoráveis à aprendizagem de todas as crianças [como aquela que inter-relaciona a Ciência com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente], elevar o nível de exigência conceptual, constitui um passo crucial para que todas tenham acesso a um elevado nível de literacia científica e, conseqüentemente, tenham acesso ao texto científico mais valorizado, quer pela comunidade científica, quer pela sociedade em geral” (p. 20).

Na opinião de autores como Canavarro (2000) e Martins (2005), o ensino não tem conseguido dar resposta às necessidades da sociedade em geral, nem às necessidades dos alunos como pessoas, em particular. Na opinião de Canavarro (2000) citado por Almeida (2005), o sistema escolar, em muitos países, não está devidamente preparado para facultar condições favoráveis à formação científica e tecnológica dos

jovens cidadãos do futuro. O mesmo autor acrescenta que predomina, ainda, uma prática docente muito vinculada à transmissão de conhecimentos, em detrimento da valorização dos processos de formulação de problemas e dos métodos científicos necessários à sua resolução. Esta prática docente é também referida por Martins (2004), citada por Almeida (2005), quando refere que o ensino formal das Ciências tem focalizado a sua atenção “no conhecimento de conteúdos e pequenos aditamentos de aspectos processuais, sendo praticamente tudo o resto omitido (...) as actividades de ensino têm-se direccionado para a compreensão de factos científicos e não para a resolução de problemas e processamento de informação” (p. 34).

Apesar de toda a investigação feita ao nível da Didáctica das Ciências, que tem mostrado as potencialidades desta perspectiva de ensino, ela não tem sido claramente integrada nos processos de ensino-aprendizagem das Ciências nem nos materiais curriculares e em particular nos manuais escolares (Membriela, 2001; Vieira, 2003), embora se encontre recomendada em vários documentos oficiais, em Portugal, nomeadamente o Currículo Nacional do Ensino Básico.

Do mesmo modo, ao nível dos materiais curriculares, o ensino das Ciências tem vindo a ser dominado pelos manuais escolares. Avaliações recentes de manuais escolares indicam que estes contêm aspectos problemáticos e não apelam a capacidades de pensamento crítico. Santos (2001) salienta que a dimensão CTSA nestes é ainda pouco apreciável e que os manuais escolares contribuem para a construção de uma imagem da Ciência e dos cientistas à margem dos problemas reais do mundo e que não têm em conta os aspectos das interações CTSA que marcam o desenvolvimento científico actual. Ainda segundo a autora, o manual de ensino é a Bíblia de professores e alunos, constituindo instrumento de trabalho de intensa utilização; como não está isento de erros, e/ou incorrecções, e/ou desactualizações, e/ou outros aspectos indesejáveis para um ensino de qualidade, torna-se imperativo (e tarefa obrigatória de professores) que seja avaliado nos mais diferentes aspectos.

Num outro estudo de análise de manuais escolares levado a cabo por Santos (2004), 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 cidadão activos 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 aspectos, económicos, políticos, religiosos e éticos da Ciência e da Tecnologia com questões pessoais.

A avaliação dos manuais escolares tem como objectivo garantir a sua qualidade, assegurar a sua conformidade com os objectivos e conteúdos do Currículo Nacional e dos Programas ou Orientações Curriculares em vigor e certificar que constituem instrumento adequado de apoio ao ensino/aprendizagem e à promoção do sucesso educativo. A promoção da qualidade da educação constitui hoje um imperativo e uma responsabilidade fundamental de todos os intervenientes do processo de ensino/aprendizagem. Torna-se, portanto, premente realçar a avaliação dos manuais escolares como procedimento essencial para a garantia da qualidade do ensino e para a promoção do sucesso educativo.

Dada a importância da Educação em Ciências segundo uma perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e sendo o manual escolar um dos recursos didácticos mais utilizados, nomeadamente pelos professores portugueses (Santos, 2001) para além dos alunos, com este trabalho pretende-se investigar se os manuais escolares recentes (editados em 2010), e que estarão em vigor durante seis anos, exploram os conteúdos científicos interligando-os com a Tecnologia a Sociedade e o Ambiente, tal como sugerem as Orientações Curriculares do Ensino Básico – ME – DEB (2001).

Neste campo de acção, são poucos os estudos feitos sobre a perspectiva CTSA e sobre as inter-relações que se estabelecem entre estas dimensões ao nível dos manuais escolares de Ciências da Natureza do 2º ciclo do Ensino Básico.

2 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

O Ensino das Ciências, hoje em dia, é reconhecido como área essencial na formação dos cidadãos (Santos & Mortimer, 2002), pois a Ciência e a Tecnologia que dela resulta estão na base do desenvolvimento cultural, social e económico da sociedade actual.

Na Conferência Mundial sobre Ciência para o Século XXI, e na Declaração sobre a Ciência e a Utilização do Conhecimento Científico, foi declarado 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. (...) Os governos devem atribuir a mais elevada prioridade à melhoria do ensino das ciências a todos os níveis (...) Os estabelecimentos de ensino devem dar oportunidades de aprendizagem científica ao longo de toda a vida. (...) Os professores de ciências, a todos os níveis, e o pessoal envolvido no ensino informal da ciência devem ter acesso à actualização contínua do seu conhecimento, para o melhor rendimento possível nas suas tarefas educacionais. (...) Os novos recursos, programas de ensino e as novas metodologias de ensino, tendo em atenção a igualdade entre os dois sexos e a diversidade cultural, devem ser desenvolvidos por sistemas de educação nacionais em resposta a necessidades educacionais em mudança das sociedades. (UNESCO, 1999. p. 7, 19, 20)

Segundo esta linha de pensamento, uma das preocupações do ensino na Europa e em Portugal tem sido a de promover 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 (Membiela, 2001; Acevedo-Díaz, 2004).

Estas orientações encontram-se referenciadas no Decreto-Lei n.º 6/2001 de 18 de Janeiro que define a Organização Curricular do Ensino Básico, estabelecendo os Princípios Orientadores da Organização e da Gestão Curricular, bem como, da avaliação das aprendizagens e do processo de desenvolvimento curricular e cujo “ (...) objectivo é o de garantir uma educação de base para todos, de forma a constituir o início de um processo de educação e formação ao longo da vida” (ME -DEB, 2001, p. 263). Este documento também reforça a articulação entre os ciclos que compõem o ensino básico e refere que “(...) o trabalho a desenvolver pelos alunos deverá integrar obrigatoriamente, actividades experimentais e actividades de pesquisa adequadas à natureza das diferentes áreas ou disciplinas, nomeadamente no ensino das Ciências” (ME-DEB, 2001, p. 263).

A reestruturação dos currículos de Ciências, tendo como principal objectivo a sua adaptação à sociedade global, é uma necessidade do tempo presente para poder fornecer aos professores ideias e formas que os ajudem a preparar os jovens para enfrentarem o mundo em mudança. Para dar resposta às necessidades dos jovens e da sociedade tecnológica em construção não basta mudar os currículos da disciplina de Ciências, é também necessário mudar as práticas dos professores e dos alunos.

No Currículo Nacional do Ensino Básico, publicado em 2001, são definidas as competências gerais e específicas de forma a permitir uma leitura dos programas em vigor de acordo com as perspectivas actuais. Neste mesmo documento são mencionadas as competências relativas ao conhecimento científico – educação em ciência; aos

processos de ciência – educação através da ciência; à compreensão do empreendimento humano que é a ciência e as suas aplicações tecnológicas, e também as consequências dessas aplicações – educação sobre a ciência. Pretende-se, assim e acima de tudo, que os alunos adquiram uma perspectiva crítica e actuante sobre o mundo que os rodeia.

O Currículo Nacional do Ensino Básico (ME-DEB, 2001) preconiza um ensino das Ciências de cariz CTS e CTSA ao assumir que a “interacção Ciência, Tecnologia, Sociedade [e Ambiente] deverá constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos” (p. 134).

O mesmo documento reforça a importância de promover o pensamento crítico dos alunos quando preconiza que estes devem, por exemplo: interpretar, construir argumentos convincentes, tomar decisões, formular problemas e hipóteses, planear investigações, prever e avaliar resultados e fazer inferências.

Ainda no quadro da reorganização Curricular do Ensino Básico, as orientações curriculares para o ensino das Ciências (ME-DEB, 2001) salientam a ideia de que o ensino das Ciências deve ser visto, em primeiro lugar, como promotor da literacia científica, isto, porque a crescente importância do conhecimento científico exige uma população cientificamente literada. Neste sentido, o ensino das Ciências deve, fomentar o desenvolvimento de competências nos alunos que lhes permitam enfrentar as mudanças e participar numa sociedade democrática onde as decisões pessoais e políticas ligadas à Ciência e à Tecnologia não são isentas de valores, por envolverem, muitas vezes, interesses económicos e sociais (ME-DEB, 2001). Salientam-se neste documento (ME-DEB, 2001), de entre as competências gerais, o desenvolvimento da capacidade de mobilizar saberes científicos e tecnológicos de forma a facilitar a compreensão da realidade e a abordagem de situações e problemas do dia-a-dia e que levem a uma adopção de estratégias adequadas à sua resolução e à tomada de decisões. 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 actual, com conteúdos intimamente ligados ao meio envolvente.

Perante estes argumentos não restam quaisquer dúvidas acerca da necessidade de se abordar o ensino das Ciências, nomeadamente das Ciências da Natureza segundo uma perspectiva CTSA que promova a literacia científica e fomente o pensamento crítico nos alunos. Relativamente a esta forma de ensino/aprendizagem, o documento explicita ainda 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 (...) o papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia, exige uma população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos, e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos, quer para a sociedade como um todo. (p.129-130)

A abordagem da relação Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente torna-se cada vez mais necessária no ensino das Ciências, uma vez que o seu principal objectivo é possibilitar aos alunos a compreensão dos avanços científicos e tecnológicos presentes no seu quotidiano.

Nesta perspectiva, muitos autores, defendem o ensino das ciências segundo uma orientação CTSA por permitir educar os jovens para o mundo em constante mudança.

Desta forma, as interacções entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente assumem um papel central, quer nas temáticas a tratar quer no âmbito das questões-problema a resolver (Martins, 2000 citada por Almeida, 2005). Vários autores e investigadores de que são exemplo Gil-Pérez (1998), Cachapuz, Praia & Jorge (2000), Membiela (2001), Caamaño & Martins (2005) e Martín-Gordillo (2005), consideram que as abordagens de ensino de cariz CTSA despertam o interesse dos alunos pela aprendizagem das Ciências e proporcionam a adopção de atitudes mais positivas face à Ciência e à sua aprendizagem, numa perspectiva de interacção com outras áreas.

A educação nesta perspectiva visa uma aprendizagem de conceitos e teorias mais aproximadas da realidade e defende uma formação contextualizada e mais global do indivíduo, de forma a facilitar a melhoria da qualidade de vida (Gil-Pérez, 1998; Santos, 1999). Segundo a última autora referenciada, pretende promover “ (...) uma alfabetização cultural e cívica através de uma alfabetização científica e tecnológica do cidadão” (p. 30).

Na mesma linha de pensamento, Santos (1999) considera fundamental que a aprendizagem dos conceitos científicos ocorra a partir de exemplos da vida quotidiana, tornando a Ciência mais motivante e mais útil, permitindo à criança tomar decisões e resolver problemas ao nível da Ciência, Tecnologia e Sociedade, e também, dizemos nós, ao nível do Ambiente.

O ensino das Ciências segundo uma perspectiva CTSA é fundamental na Educação Básica, pois permite desenvolver formas de pensamento e procedimentos que os alunos podem pôr em prática quando tentam interpretar e dar sentido ao mundo que os rodeia.

Foi a necessidade de interpretar o mundo que perspectivou uma nova abordagem do ensino das Ciências, para responder à necessidade das pessoas disporem de uma educação científica que lhes permitisse pensar, falar e agir sobre matérias relacionadas com a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e Ambiente, nomeadamente as que lhes afectem a qualidade de vida.

A Ciência e a Tecnologia estão na base de tudo isto, mas agora, sob a exigência de cidadãos informados conscientes da realidade que os rodeia. O ensino segundo a perspectiva CTSA não é, por isso, exclusivamente sobre o conhecimento da Ciência na Sociedade, mas antes sobre a forma de encarar e resolver os problemas por parte dos alunos.

Desta forma, e atendendo às razões expostas, advoga-se o ensino CTSA como fundamental, pois contribui para o desenvolvimento das competências gerais e transversais que devem ser desenvolvidas por todos os alunos; é um forte instrumento para a efectiva renovação das práticas do Ensino Básico; desperta a motivação da criança; permite o desenvolvimento de melhores níveis de compreensão e conhecimento acerca do meio que as rodeia; é um contexto privilegiado para o desenvolvimento das capacidades de comunicação e interacção 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.

Contudo, apesar de todos os esforços e recomendações feitas ao nível do Ensino das Ciências defendidas pelo Currículo Nacional do Ensino Básico Português, os resultados publicados nos últimos estudos realizados pelo PISA – *Project for International Student Assessment* (Programa Internacional de Avaliação dos Alunos) revelam que Portugal é um dos países que apresenta resultados mais baixos no que se refere à literacia científica, não ocorrendo melhorias significativas ao longo dos últimos anos. Segundo o GAVE - ME (Gabinete de Avaliação Educacional do Ministério de Educação) e de acordo com a *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD):

O ciclo PISA 2006 incidiu particularmente em literacia científica pelo que os valores respectivos são mais fiáveis do que os dos ciclos anteriores, devendo, por essa razão, ser considerados como padrão de comparação (...) O aspecto mais saliente é o da redução da percentagem de alunos portugueses com desempenhos abaixo do nível 1 (com as tarefas mais fáceis) (de 8,3% em 2000 para 5,8% em 2006), registando-se melhorias em todos os outros níveis, embora estas sejam relativamente reduzidas. (OECD, 2007, p.17)

A avaliação do PISA não tem como principal objectivo medir o conhecimento sobre matérias curriculares específicas, mas as competências e as atitudes que reflectem mudanças em curso nos currículos dos vários países envolvidos no estudo, ou seja, as competências que os alunos possuem para resolver desafios do quotidiano. Trata-se de uma avaliação baseada num modelo dinâmico de aprendizagem ao longo da vida em que novos conhecimentos e capacidades são necessárias para uma adaptação bem sucedida num mundo em constante mudança.

O aspecto 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 perspectiva (...) 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 objecto de avaliação nas diferentes áreas no PISA é a de literacia (GAVE, 2007, in Pisa 2009, Competências dos alunos Portugueses - Síntese de resultados, 2010).

Trata-se, por isso, de uma avaliação de competências, de conhecimentos, de atitudes e da forma como estão relacionados com os contextos. Ao seleccionar contextos é importante recordar que o objectivo da avaliação consiste em avaliar competências científicas, compreensão e atitudes que os alunos terão adquirido terminada a escolaridade obrigatória. (In Pisa 2009, Competências dos alunos Portugueses - Síntese de resultados, 2010)

Em 2009, pela primeira vez desde o início do programa (que teve início em 2000), os alunos portugueses atingem 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 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).

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. Os processos de mudança curricular iniciados em 2001 requerem assim uma reorganização e clarificação da globalidade das prescrições e orientações curriculares. É nessa linha que se situa o Projecto das “Metas de Aprendizagem”.

O Projecto “Metas de Aprendizagem” insere-se na Estratégia Global de Desenvolvimento do Currículo Nacional delineada pelo Ministério da Educação em Dezembro de 2009. Consiste na concepção 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 efectiva concretização das aprendizagens em cada área ou disciplina e também as aprendizagens transversais preconizadas nos documentos curriculares de referência (Currículo Nacional ou Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar, e 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 (coord.), José Lopes, Maria da Graça Cruz, Maria Noémia Maciel Soares e Rui Marques Vieira, 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 capacidades de raciocínio e de comunicação” previstos como devendo ser desenvolvidos ao longo de Ensino Básico (In Metas de Aprendizagem, Ministério da Educação). De acordo com Isabel Alçada, (2010):

O Programa do XVIII Governo Constitucional na área da Educação define como objectivos prioritários a concretização de uma educação pré-escolar, básica e secundária de qualidade para todos e a valorização da escola pública como instrumento para a igualdade de oportunidades. Portugal poderá vencer com mais confiança os desafios do futuro e ocupar um lugar mais favorável na competição internacional se reforçar o rigor e a exigência na promoção e na consolidação das aprendizagens, as quais deverão naturalmente ser expressas em melhores resultados escolares. O projecto Metas de Aprendizagem insere-se na Estratégia Global de Desenvolvimento do Currículo Nacional que visa assegurar uma educação de qualidade e melhores resultados escolares nos diferentes níveis educativos. Concretiza-se no estabelecimento de parâmetros que definem de forma precisa e escalonada as metas de aprendizagem para cada ciclo, o seu desenvolvimento e progressão por ano de escolaridade, para cada área de conteúdo, disciplina e área disciplinar e em particular para Ciências da Natureza. Corresponde a resultados da investigação nacional e internacional sobre padrões de eficácia no desenvolvimento curricular, que recomendam este tipo de abordagem (In Metas de Aprendizagem, Ministério da Educação, 2010).

Apesar da implementação do Projecto “Metas de Aprendizagem” inserido na Estratégia Global de Desenvolvimento do Currículo Nacional, estudos feitos por vários autores, entre os quais, Vieira (2003) e Almeida (2005) referem que o Ensino das Ciências, em Portugal é baseado na transmissão de conhecimentos, em detrimento de práticas didáctico-pedagógicas que enaltecem a formulação e a resolução de problemas que respondam às necessidades dos estudantes no sentido de desenvolver a literacia científica. Estes estudos só vêm reforçar a ideia que em Portugal as práticas de ensino das Ciências estão, ainda, distantes de uma orientação CTSA e poucos são os professores que realmente conhecem esta perspectiva de ensino (Cachapuz *et al.*, 2002, citado por Almeida, 2005).

Também ao nível dos materiais didácticos, Santos (2001), considera que a escassez de materiais didácticos, 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.

Para aproximar a escola à realidade e interesse dos alunos de forma a torná-los intervenientes activos na Sociedade actual é fundamental renovar as práticas didáctico-pedagógicas dos professores, no que concerne ao Ensino das Ciências, designadamente, pela implementação de metodologias baseadas na experimentação e investigação, promotoras da literacia científica, bem como, os materiais curriculares, nomeadamente, manuais escolares adequados ao desenvolvimento de estratégias promotoras de um Ensino das Ciências de orientação CTSA (Cachapuz *et al.*, 2002 e Martins, 2002, citados por Almeida, 2005).

Tal como Figueiroa (2001) refere, apesar dos manuais escolares não serem um recurso didáctico 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 correcto, 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.

Para que o ensino CTSA possa ser implementado nas nossas escolas é necessário que os recursos didácticos e, em particular, os manuais escolares utilizados, quer pelos professores, quer pelos alunos, respondam a estas necessidades da sociedade actual. Para isso, importa focar plena atenção na sua concepção e produção. A elaboração e

concepção dos recursos didáticos – manuais escolares – também são salientadas no Currículo Nacional do Ensino Básico. O Documento defende que, 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 e que podem ser transformadas em verdadeiras aprendizagens. 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, influenciadas pelas informações que recebem do meio social. Por detrás destas concepções, encontram-se um conhecimento prévio que pode resultar em verdadeiro conhecimento científico. No que concerne à Ciência e à Tecnologia e aos seus impactos na Sociedade e no Ambiente, o Ensino das Ciências deve encorajar os alunos a exporem ideias, autónoma e voluntariamente, a mudarem as suas opiniões, a fazerem analogias, a darem explicações acerca da realidade actual. Sendo assim, devem ser tidas em consideração as concepções, vivências e representações que as crianças fazem do mundo que as rodeia na elaboração dos manuais escolares e na forma como os professores os abordam.

Atendendo às razões expostas, e sendo o manual escolar um dos recursos didáticos mais utilizado, nomeadamente pelos professores portugueses (Santos, 2001) e pelos alunos, pretende-se verificar, qual o contributo dos manuais escolares de Ciências da Natureza editados em 2010, no processo de ensino/aprendizagem com orientação CTSA.

3 - IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Se “o ensino das Ciências pretende incrementar uma aprendizagem que estimule os alunos a desenvolver o seu pensamento crítico e criativo, pois 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” como refere Galvão (2001, p. 129), então, é função primordial da escola implementar este tipo de ensino, que pretende promover o desenvolvimento de competências necessárias aos alunos para se integrarem na sociedade actual. Desta forma, é também de primordial importância que os professores de Ciências sejam capazes de criar situações de ensino/aprendizagem que permitam

desenvolver nos alunos capacidades de se envolverem nos problemas do dia-a-dia, e para isso, é também necessário, entre outros aspectos, nomeadamente relacionados com a formação de professores, quer inicial, quer contínua, que os materiais didácticos e em particular os manuais escolares sejam adequados à exploração dos conteúdos a abordar fornecendo sugestões para que os professores os possam implementar de forma adequada segundo uma perspectiva CTSA.

Para Martins (2003), a educação numa perspectiva CTSA assume uma importância tal que considera que este movimento tem vindo a apresentar-se como uma aposta credível e viável que fundamenta o desenvolvimento de orientações curriculares, a concepção de recursos didácticos e a delimitação e implementação de estratégias de ensino. Segundo a autora, trata-se de uma proposta capaz de conquistar os alunos, invertendo a tendência generalizada de desinteresse da maioria dos jovens face ao ensino das Ciências. É também opinião desta autora a necessidade de promover mudanças no ensino das Ciências de modo a que os alunos e futuros cidadãos, adquiram uma visão mais equilibrada e completa do conhecimento científico fazendo face ao progresso efectivo das sociedades e consequentes alterações na vida do quotidiano e no surgimento de novas profissões.

Neste sentido, os materiais escolares adequados a uma educação CTSA, e em particular os manuais escolares de Ciências da Natureza do 2º Ciclo do Ensino Básico, e o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico são preocupações da autora deste estudo.

Sendo o manual escolar, como temos vindo a dizer, o recurso didáctico mais utilizado, nomeadamente pelos professores portugueses e dadas as vantagens, já referidas, da abordagem CTSA para cumprir com as orientações curriculares, como meio de promover a capacidade de resolução de problemas, o pensamento crítico, em suma, a literacia científica, é intenção deste estudo, procurar saber se os manuais escolares de Ciências da Natureza editados em 2010 também acompanham as mudanças que acontecem na sociedade actual e as consequentes mudanças curriculares explícitas no Currículo Nacional do Ensino Básico.

Ou seja, sendo um instrumento tão importante no processo ensino aprendizagem, os manuais deverão promover Educação CTSA e desenvolver a literacia científica e o pensamento crítico nos alunos. Devem, por isso, facultar actividades que desenvolvam no aluno capacidades de pensamento crítico integradas em contextos de educação CTSA. Estas actividades, bem como o discurso/informação neles facultadas, são consideradas por alguns autores, entre os quais Alves (2005) como bastante

importantes. Investigadores como Membiela (1995), Solbes & Vilches (1997), Canavarro (1999) e Acevedo-Díaz (2001), citados por Vieira (2003) referem que os alunos que realizam actividades CTSA percebem a Ciência de forma mais contextualizada e realista. Também na opinião de Vieira (2003), o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico pode ser rentabilizado se acontecer num contexto CTSA uma vez que a tomada de decisão, em questões próximas dos alunos, e a resolução de problemas de cariz tecnocientífico exigem pensamento crítico, característico de alunos cientificamente literados.

Uma outra razão que apoia a importância deste estudo deve-se ao facto da autora deste estudo ser professora de Ciências da Natureza do 2º Ciclo do Ensino Básico. Sendo assim, a realização desta investigação permite promover a sua auto-formação e melhorar a sua prática didáctico-pedagógica na medida em que promove um maior conhecimento sobre os manuais escolares de Ciências da Natureza quanto à presença das finalidades CTSA e permite verificar se os manuais adoptados em 2010 pelos professores do agrupamento em que a autora do estudo está inserida promovem e desenvolvem a Educação em Ciências segundo esta perspectiva.

A análise dos manuais escolares em estudo pretende averiguar se estes promovem uma educação de cariz CTSA que contribua para formar os alunos como cidadãos intervenientes e activos face às mudanças da Sociedade Científica e Tecnológica do mundo actual.

Foi concebido um Instrumento de Caracterização de Manuais Escolares de Ciências da Natureza quanto à perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente que permitiu a recolha de dados nos manuais escolares em estudo.

4 - FINALIDADE, OBJECTIVOS E QUESTÕES DO ESTUDO

Dadas as exigências da Sociedade actual e a forte necessidade de formar cidadãos autónomos capazes de enfrentar o mundo sócio-tecnológico em mudança, e sabendo que os manuais escolares de Ciências da Natureza se constituem como um dos principais recursos didácticos dos professores, a grande finalidade deste estudo é, como já foi referido, averiguar se os manuais escolares, editados em 2010, e que estarão em vigor durante seis anos, exploram os conteúdos científicos interligando-os com a Tecnologia a Sociedade e o Ambiente, tal como sugerem as orientações Curriculares do

Ensino Básico a fim de inferir sobre o seu potencial educativo e as suas implicações para o ensino/aprendizagem das ciências do 2ºCEB.

Em função desta finalidade e das principais linhas orientadoras do quadro teórico de referência, foram definidas três questões de investigação, para as quais este estudo procura encontrar resposta, nomeadamente:

- **Q:** Os manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB, editados em 2010, já incorporam a abordagem CTSA, tal como as Orientações Curriculares preconizam para o Ensino Básico?

Uma vez que esta questão é muito abrangente e generalizada, houve necessidade de desdobrá-la em outras duas questões mais específicas relacionadas com o discurso e as actividades de ensino/aprendizagem propostas pelos manuais, as quais são as seguintes:

- **Q1:** Os manuais escolares de Ciências da Natureza, editados em 2010, 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:** Os manuais escolares de Ciências da Natureza apresentam sugestões de actividades de ensino/aprendizagem para a abordagem dos conteúdos com a perspectiva CTSA?

De acordo com as questões de investigação formuladas, foram definidos os seguintes objectivos do estudo aos quais se pretende dar cumprimento:

1º - Averiguar se os manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB, editados em 2010, exploram a perspectiva CTSA preconizada pelas orientações curriculares.

2º - Perceber se o discurso proposto pelos manuais escolares de Ciências da Natureza estabelece a interligação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente necessária à Educação em Ciências de acordo com a perspectiva CTSA.

3º - Averiguar se os manuais escolares de Ciências da Natureza apresentam sugestões de actividades de ensino/aprendizagem que integram a perspectiva CTSA.

A tabela seguinte apresenta a relação entre a finalidade do estudo que permitiu definir as questões de investigação e os objectivos que se pretendem atingir com esta investigação.

Tabela 1: Relação entre a finalidade, as questões de investigação e os objectivos do estudo.

Finalidade do estudo	Questões de Investigação	Objectivos
Averiguar se os manuais escolares, editados em 2010, exploram os conteúdos científicos interligando-os com a Tecnologia a Sociedade e o Ambiente, tal como sugerem as Orientações Curriculares do Ensino Básico a fim de inferir sobre o seu potencial educativo e as suas implicações para o ensino/aprendizagem das ciências do 2ºCEB.	Q: Os manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB, editados em 2010, já incorporam a abordagem CTSA, tal como as orientações curriculares preconizam para o Ensino Básico?	Averiguar se os manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB, editados em 2010, exploram a perspectiva CTSA preconizada pelas Orientações Curriculares.
	Q1: Os manuais escolares de Ciências da Natureza, editados em 2010, 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?	Perceber se o discurso proposto pelos manuais escolares de Ciências da Natureza estabelece a interligação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente necessária à Educação em Ciências de acordo com a perspectiva CTSA.
	Q2: Os manuais escolares de Ciências da Natureza apresentam sugestões de actividades de ensino/aprendizagem para a abordagem dos conteúdos com a perspectiva CTSA?	Averiguar se os manuais escolares de Ciências da Natureza apresentam sugestões de actividades de ensino/aprendizagem que integram a perspectiva CTSA.

5 – ESTRUTURA DO ESTUDO

O presente estudo está organizado em cinco capítulos cuja breve referência a seguir se apresenta:

No primeiro capítulo, Introdução, faz-se uma abordagem geral do estudo, referindo-se a sua importância, finalidade e identificam-se as questões de investigação e os objectivos que orientaram a recolha a análise de dados.

No segundo capítulo apresenta-se a fundamentação teórica. Começa-se por apresentar a importância e as finalidades da Perspectiva CTSA no Ensino das Ciências, fundamental ao desenvolvimento nos alunos da literacia científica, do pensamento crítico e de uma cidadania activa. De seguida é feita referência ao manual escolar no processo educativo português e o seu enquadramento legal e, por último, salienta-se a importância do manual escolar no ensino/aprendizagem das Ciências da Natureza e a sua função como recurso impulsionador de uma educação CTSA.

No terceiro capítulo começa-se por explicitar a metodologia usada e identificam-se os manuais envolvidos no estudo. Seguidamente descreve-se a forma como se concebeu, reformulou, construiu e usou o instrumento que permitiu a recolha de dados bem como a técnica de recolha de dados.

No quarto capítulo apresentam-se, analisam-se e interpretam-se os resultados obtidos pela análise aos manuais escolares seleccionados, com base nos indicadores do instrumento de análise construído para o efeito.

No quinto capítulo apresentam-se as principais conclusões, implicações e limitações do estudo, bem como algumas considerações que levantam questões para futuras investigações.

O estudo termina com a apresentação das referências bibliográficas e os anexos considerados relevantes.

No esquema, que se apresenta na página seguinte, pretende-se ilustrar a estrutura geral do estudo desenvolvido.

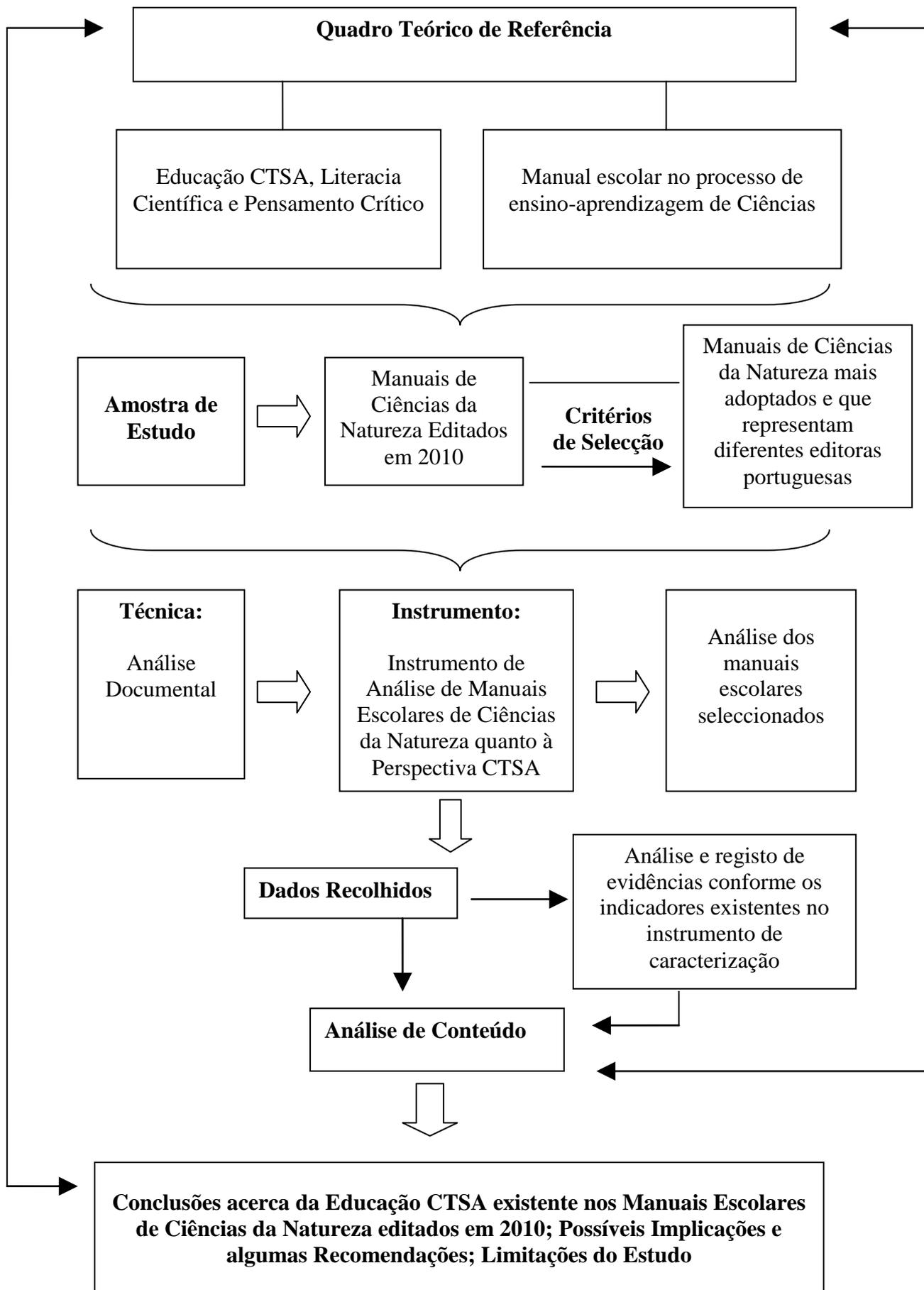


Figura 1: Esquema Geral do Estudo

CAPITULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo encontra-se estruturado em três secções consideradas relevantes no âmbito do presente estudo. Na primeira secção aborda-se a Natureza da Ciência. Na segunda secção discute-se a Educação CTSA no Ensino das Ciências, enfatizando-se o papel das inter-relações da Ciência com a Tecnologia e com a Sociedade e o Ambiente (CTSA) e expõe-se o papel das orientações CTSA para o ensino das ciências como fundamental para o promover e desenvolver a literacia científica. Na terceira secção destaca-se o manual escolar no sistema educativo português e o seu enquadramento legal e posiciona-se o manual escolar de Ciências da Natureza no processo de ensino/aprendizagem das Ciências.

1 - A NATUREZA DA CIÊNCIA E O ENSINO DAS CIÊNCIAS

Para sermos capazes de compreender o mundo que nos rodeia é necessário saber (aprender!) Ciência. Esta tem sido, desde há muito tempo, a grande preocupação do Ensino das Ciências, formar alunos (cidadãos) capazes de compreender e enfrentar o mundo sócio-tecnológico em mudança, tornando-os capazes de tomar decisões individuais e sociais com base em conhecimentos científicos e de utilizar capacidades/atitudes para se adaptarem às mudanças. Mas aprender (e ensinar Ciência) é uma tarefa complexa e o próprio conceito de Ciência é difícil de definir.

Para Bentley *et al* (2000), a Ciência é uma actividade social multidimensional e complexa que envolve profissionais de diferentes níveis académicos e áreas do saber.

Já para Ziman (1984), a Ciência deve ser encarada como uma instituição social, apresentando quatro dimensões fundamentais, que são a dimensão filosófica, a dimensão histórica, a dimensão psicológica e a dimensão sociológica.

A Dimensão Filosófica da Ciência refere-se à natureza do conhecimento científico, como se constrói, como se altera e porque se altera e qual é a relação entre conteúdos, os processos e as metodologias de trabalho em Ciência. Considerando esta dimensão, as actividades didácticas 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.).

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 factores 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 actividades didácticas devem incluir a exploração de textos, gravuras, fotografias, relatos e episódios da História da Ciência.

A Dimensão Psicológica da Ciência refere-se às características pessoais dos cientistas, quer relacionados com aspectos cognitivos, como a competência científica, quer relacionados com aspectos de personalidade/características pessoais (perspicácia, curiosidade, persistência, espírito crítico, coragem, etc.) ou estatuto social a que aspiram e ambição, ou, ainda, relacionadas com o sucesso/insucesso do trabalho científico. As actividades didácticas 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 em Ciências.

A Dimensão Sociológica da Ciência refere-se às relações que se estabelecem entre os vários elementos da comunidade científica (sociologia interna) e entre esses elementos e a sociedade (sociologia externa). Para explorar esta dimensão da Ciência, as actividades didácticas 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; 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.

Na perspectiva teórica de Ziman (1984), o conceito de Ciência envolve diferentes dimensões cuja inclusão na aprendizagem científica é de fundamental importância para que os alunos tenham uma uma visão completa de Ciência, e para que isso aconteça é preciso que o Ensino da Ciência reflecta a natureza da ciência e do trabalho científico. Igual opinião apresentam McComas, Clough e Almazroa (1998) quando consideram que as actividades de ensino/aprendizagem das ciências devem permitir compreender que a Ciência pode ser considerada em função de quatro

dimensões primordiais, as dimensões Filosófica, Histórica, Psicológica e Sociológica. (Pires, 2010).

2 - A EDUCAÇÃO CTSA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

2.1 – CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

É no âmbito da Sociologia Externa da Ciência, que a perspectiva CTSA do Ensino das Ciências se inclui e tem significado.

Neste contexto e para promover a Educação CTSA no Ensino das Ciências, nomeadamente das Ciências da Natureza, é necessário que o discurso/informação facultada nos manuais escolares explore os tópicos de Ciências em função da utilidade social; permita desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais; dê exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia, informe o aluno sobre vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente; apresente informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA bem como o pensamento crítico; 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 da Natureza proponham actividades de ensino/aprendizagem 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico e que apresentem situações de aplicação ao dia-a-dia, dos novos conhecimentos, onde esteja presente a interacção CTSA.

A educação em Ciência 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 não literados cientificamente não possam desempenhar correctamente os seus direitos e obrigações sociais.

Neste sentido, a Educação CTSA no ensino das Ciências, tem por finalidade ajudar os alunos 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.

São vários os autores da actualidade, entre os quais Membiela (2001), Terneiro-Vieira (2004) e Santos (2005), que defendem uma educação CTSA. Santos (2005),

considera mesmo que a educação CTSA promove a construção de uma cidadania assente na compreensão do mundo e no modo de a exercer e de a exercitar.

Também, para Miguéns *et al.*, citado por Ramos (2004), a perspectiva CTSA tem como finalidades da educação básica para todos os alunos:

(...) o desenvolvimento pessoal, incluindo a dimensão social e individual, a aquisição de conhecimentos básicos sobre a natureza, a sociedade e a cultura, bem como o desenvolvimento de atitudes e de valores que contribuam para a formação de cidadãos conscientes e participativos numa sociedade democrática – a dimensão da cidadania. (Miguéns *et al.*, 1996, p. 31)

2.2 - ENSINO DAS CIÊNCIAS E PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE.

O Construtivismo foi um dos movimentos predominantes na Educação em geral e, em particular, no ensino das Ciências.

Trata-se de uma Corrente Psicológica sobre a aprendizagem que considera fundamental a implicação mental do individuo como agente das suas aprendizagens. Sendo a aprendizagem um processo activo, 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 afecta a aprendizagem futura. Nesta perspectiva, a aprendizagem deverá ser vista como um processo de construção/reconstrução do conhecimento e o ensino como uma acção facilitadora desse processo (Pires, 2010).

Trata-se de um processo de ensino/aprendizagem que amplia o conceito de aprendizagem por descoberta orientada e valoriza simultaneamente conteúdos e processos, em que o aluno é sujeito activo, ou seja, implicado activamente na construção do próprio conhecimento. Entende-se por sujeito activo aquele que compara, ordena, exclui, classifica, reformula, relaciona, comprova, interpreta, formula hipóteses, etc. Assim, o aluno, enquanto interveniente activo na construção do conhecimento, aprenderá através de suas próprias acções sobre os objectos do mundo, e construirá as suas próprias categorias de pensamento, ao mesmo tempo que organiza o seu mundo (Fernandes, 2006).

Assumir uma orientação Construtivista para o Ensino/Aprendizagem das Ciências, implica, também, assumir que a aprendizagem é um processo activo e que a aquisição de conceitos se faz em idades precoces pois, desde cedo, as crianças começam

a desenvolver progressivamente as suas próprias concepções acerca do mundo, a estar atentas a determinadas regularidades e a identificá-las através de uma designação. O ensino das Ciências deve ser, por isso, encarado segundo uma educação CTSA que valoriza as inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente necessárias à compreensão do mundo actual e que visa o ensino pela descoberta, pesquisa, resolução de problemas, onde os alunos interagem entre si, e partindo das ideias que possuem sobre o mundo que os rodeia (concepções alternativas), constroem verdadeiro conhecimento.

Desta forma, aplicar o paradigma da aprendizagem Socio-Constructivista às Ciências, implica considerar Vigotsky e 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 possuem construídas em interacção com o mundo que os rodeia, estão na base de qualquer actividade intelectual e aquisição de conhecimento. Para salientar a natureza interactiva das transformações que ocorrem no desenvolvimento, Vygotsky (1988) 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 actual 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 interacção com outros mais capazes, a criança constrói conhecimento.

Na opinião de Pires *et al.* (2004), uma perspectiva de aprendizagem baseada em pressupostos sociológicos, que conjuga o interacionismo simbólico com o construtivismo social promove, o sucesso escolar dos alunos. Segundo a autora, esta perspectiva de aprendizagem acerca do aluno activo, 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 a autora refere 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/interacção com os outros, ou seja, com experiências de vida relacionadas com diferentes ambientes sociais e culturais (Pires *et al*, 2004, p. 3)

O ensino e a aprendizagem das Ciências segundo a abordagem CTSA deve ser feito em ambientes de colaboração segundo uma aprendizagem cooperativa e por descoberta, podendo ter como base um conjunto diversificado de estratégias.

Brooks & Brooks (1997), consideram que quando o ambiente da sala de aula é organizado de forma a que a interacção aluno - aluno é encorajada, a cooperação é valorizada, as tarefas e os materiais são interdisciplinares e a liberdade dos alunos para explicarem suas próprias ideias é grande, estes ficam mais dispostos a assumir riscos e a encarar as tarefas como desafios aos seus conhecimentos presentes.

No que concerne aos modelos de ensino utilizados no processo de ensino/aprendizagem, segundo a Psicologia Educacional da aprendizagem, diferentes teorias de aprendizagem originam diferentes modelos de ensino. De acordo com a evolução das perspectivas de ensino das Ciências, são cinco os principais modelos de ensino: Ensino por Descoberta (EPD), Ensino por Transmissão – Recepção (EPT), Ensino por Mudança Conceptual (EMC), Ensino Colaborativo/Cooperativo (EC) e Ensino por Pesquisa (EPP).

Apresenta-se, a seguir, resumidamente uma caracterização de cada um dos modelos apresentados, segundo Pires (2010):

- Ensino por Descoberta (EPD) (de visão construtivista): No modelo de ensino por descoberta de Bruner (1961), a educação está centrada na compreensão dos processos científicos. 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 activo 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 (activa, icónica e simbólica). A ênfase da aprendizagem é colocada no aluno e nos processos de aprendizagem.

- Ensino por Transmissão – Recepção (EPT) (de visão cognitivista): De acordo com a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (1981), o modelo de ensino por transmissão-recepção defende que a aprendizagem ocorre quando uma nova informação se ancora em conceitos/ideias relevantes e com significado para o alunos e já existentes na sua estrutura cognitiva. O que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já conhece, sendo este um interveniente, essencialmente, passivo no processo de ensino/aprendizagem. A metodologia utilizada neste modelo de ensino consiste na exposição do professor, seguindo as propostas do manual escolar onde o questionamento, geralmente, se baseia em perguntas factuais do professor ou do manual. O papel do professor é, principalmente, o de transmitir a matéria e demonstrar conceitos, fornecendo o conhecimento na forma em que deve ser interiorizado pelo aluno, apresentando-o de forma organizada, do geral para o específico. A ênfase da aprendizagem é colocada no professor e nos conteúdos da aprendizagem. Na transmissão do conhecimento, o professor deve explicitar tanto as semelhanças como as diferenças, deve estabelecer ligações entre o novo conhecimento e aquilo que o aluno já conhece, deve dissuadir os alunos da aprendizagem memorística e deve, também, proporcionar a transferência de conhecimentos, apresentando situações novas para serem resolvidas com as aprendizagens adquiridas.

- Ensino por Mudança Conceptual (EMC) (de visão cognitivista/construtivista): A mudança referida é a passagem dos pré-conceitos científicos que todos os alunos possuem, adquiridos no seu meio social, que frequentemente estão incorrectos, pelos conteúdos verdadeiramente científicos. Os alunos são construtores da sua aprendizagem, apresentada como uma reconstrução das suas concepções alternativas que vão sendo transformados 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 promover 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.

- Ensino Colaborativo/Cooperativo (EC) (de visão sócio-construtivista): De acordo com as principais ideias da teoria de Vigotsky, tal como já foi referido, no modelo de ensino cooperativo o aluno aprende em cooperação com os outros, quando inserido em contextos sociais diversificados que promovem a interacção social e é um interveniente activo no processo de aprendizagem. É a instrução que cria a Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP) e a predisposição das crianças para aprender depende mais dos seus conhecimentos anteriores sobre o tema do que da maturação das estruturas cognitivas. 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 actividades, promover tarefas de ensino/aprendizagem que vão além do desenvolvimento real do aluno, explorando a ZDP e promovendo o desenvolvimento potencial, ajudar os alunos 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.

- Ensino por Pesquisa (EPP) (de visão cognitivista/construtivista): O ensino por pesquisa valoriza a aprendizagem baseada na resolução de problemas. 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, tornando os alunos autónomos capazes de enfrentar o mundo que os rodeia. O aluno desempenha um papel activo na construção do conhecimento, tomando uma atitude responsável e cooperativa com os colegas. O Ensino por Pesquisa propõe uma abordagem não só a partir de questões científicas e técnicas, mas também a partir de problemáticas abertas, com raízes em questões sociais, culturais, ambientais e éticas. Tal como o modelo de ensino por descoberta, este tipo de ensino também recorre a várias estratégias e actividades de ensino, entre as quais, o trabalho experimental e trabalho de campo, a pesquisa, selecção e organização de informação, o debate de situações problemáticas e discussão de temas controversos com base aspectos sociais, económicos e éticos da ciência. O modelo de ensino por pesquisa pressupõe a abordagem de situações -

problema ligadas ao cotidiano dos alunos, que irão permitir reflectir sobre os processos da Ciência e da Tecnologia, bem como as suas inter-relações no âmbito Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente (CTSA).

Segundo Cachapuz (2000), os modelos de ensino por transmissão, por descoberta, por mudança conceptual e por pesquisa, encontram-se sintetizados na seguinte figura. Embora intitulados de perspectivas de ensino pelo autor, tiveram origem nas teorias epistemológicas da educação e em movimentos de mudança ocorridos na Educação em Ciências.



Figura 2: Principais perspectivas de ensino das Ciências, sua ênfase e evolução (Cachapuz, 2000).

Tendo em conta as perspectivas explicitadas e a premência de uma educação com orientação CTSA, autores como Cachapuz *et al.*, (2002) e Vieira, (2003) apontam como o rumo mais promissor para se fazer essa educação um ensino por pesquisa (EPP).

Também, Lucas & Vasconcelos (2005), enfatizam a importância EPP quando dizem que o percurso evolutivo da Didáctica das Ciências se apoiou em diferentes fundamentações teóricas, que se reflectiram nos principais Modelos de Ensino das Ciências referidos, sendo o Modelo de Ensino por Pesquisa (EPP) aquele que actualmente está em emergência no ensino das Ciências.

Sendo um modelo de ensino inovador, poderíamos ser levados a pensar que o modelo de Ensino Por Pesquisa seria o «único» e a «melhor» forma de ensinar. Contudo, não existe um modelo único de ensino, que seja perfeito, que resolva todos os

problemas educativos, isto é, não existe nenhum método que resulte com todos os alunos e que satisfaça todos os objectivos. Seja qual for a prática pedagógico-didáctica que cada professor defenda, ele deverá desenvolver todo um conjunto de estratégias, fundamentadas numa perspectiva construtivista, que promovam o Ensino das Ciências de forma eficaz e de cariz CTSA. O professor têm de conhecer os alunos globalmente e individualmente e o meio físico e social onde estão inseridos. Têm também de planear e planificar as actividades e a estratégia que melhor sirvam a finalidade do ensino dentro do paradigma que julgue mais adequado. Numa determinada situação e perante uma determinada questão, o professor efectua a selecção do modelo de ensino mais apropriado em função dos objectivos que pretende alcançar e das tarefas que pretende realizar em sala de aula. Cada método apresenta pontos fortes que justificam a sua utilização, desde que seja empregue adequadamente, mas também outros menos fortes ou mesmo fracos (Pereira, 1992).

Relativamente às estratégias de ensino para a abordagem CTSA, Marco-Stiefel (2001) e Martín-Gordillo (2005), realçam a importância de implementar estratégias diversificadas e com materiais adequados, que possibilitem o gosto pela aprendizagem das Ciências e que promovam a interacção em contexto de sala de aula e na resolução de problemas de cariz CTSA. Esta diversificação de estratégias conduzir-nos-á a diversificar os modelos de ensino.

Nesta linha de pensamento, Membiela (2001), refere que o ensino de cariz CTSA exige um conjunto de estratégias variado entre as quais: i) Trabalho em pequenos grupos, ii) a Aprendizagem cooperativa, iii) a Discussão em grupo, centrada nas ideias dos alunos, a iv) Resolução de problemas, v) a Tomada de decisões e Debates. Na opinião do autor, este conjunto de estratégias permite desenvolver, nos alunos, imagens mais reais e contextualizadas da Ciência. De acordo com esta ideia, os professores devem utilizar estratégias que sejam capazes de contextualizar as aprendizagens dos alunos aproximando-as o mais possível da realidade, reflectindo sobre problemas sociais e actuais. Podemos concluir que as estratégias de ensino/aprendizagem a privilegiar na educação CTSA serão assim, as que possibilitam o envolvimento do aluno como interveniente activo na construção do seu próprio conhecimento.

Segundo Ferraz (2009), num estudo realizado pela OCDE (GAVE – ME 2001, 2003) Portugal surge mal colocado em literacia científica, situando-se abaixo da média dos países da OCDE, em todas as regiões do país (sendo a melhor colocada a Região de Lisboa e Vale do Tejo e a pior a Região da Madeira). Apesar do desempenho médio global dos alunos portugueses ter registado uma evolução positiva de 2000 para 2006

(OECD, 2007), situa-se ainda abaixo da média dos países da OCDE, sendo ainda considerado fraco a moderado em literacia científica e o desempenho médio localiza-se num nível de proficiência baixo.

É sabido que a maioria dos alunos portugueses não é capaz de utilizar informação adquirida nas aulas de Ciências em contextos do dia-a-dia. Há estudos que revelam que a maioria das aulas de Ciências “ (...) assume um carácter expositivo, factual e monótono, sendo marcada pela ausência de discussão sobre questões sócio-científicas recentes ou de outras actividades práticas” (Reis & Galvão, 2006, p. 231, citados por Ferraz, 2009), não abordam aspectos da natureza da ciência.

Neste contexto, é de primordial importância, que se implemente no ensino das Ciências uma educação de cariz CTSA, dada a carência dos alunos ao nível da literacia científica em Portugal.

Na educação das Ciências, deve dar-se a oportunidade aos alunos de se confrontarem com problemas do mundo real que tenham uma dimensão Científica, Tecnológica ou Ambiental. Colocando os assuntos científicos em contextos sociais e pessoais relevantes, poder-se-á fornecer a motivação que falta nas abordagens abstractas e descontextualizadas, construindo as bases da compreensão de algo que lhes é significativo e importante e que pode proporcionar maiores oportunidades de aprendizagem activa e colaborativa.

Na mesma linha de pensamento, Figueiredo (2005) defende que recorrendo a assuntos sócio-científicos, historicamente controversos, associados à interacção entre pares na sala de aula, pode-se promover os significados sociais, económicos, ecológicos e históricos das aprendizagens científicas e estabelecer as pontes entre a Ciência de investigação e a Ciência escolar. Deste modo, ensina-se Ciência, mas relacionada com as questões polémicas da actualidade, dando significado às aprendizagens, promovendo uma atitude crítica, participativa e interventiva, face aos saberes científicos, assim como, a tomada de decisões, locais e globais, conscientes e informadas.

No dizer de muitos autores, são várias as finalidades da educação CTSA associada ao pensamento crítico. Segundo Terneiro-Vieira (2002) o ensino das Ciências de cariz CTSA desenvolve capacidades de pensamento crítico necessárias para a tomada de decisão e de resolução de problemas pessoais, profissionais e sociais. Para Santos (2001) e Pires (2002), promove a construção de conhecimento científico e tecnológico útil e com significado social, que permite às crianças e aos jovens melhorar a qualidade da interacção com a realidade natural. Ainda na opinião da última autora permite, i) preparar os alunos para enfrentar o mundo sócio – tecnológico em mudança, tornando-

os capazes de tomar decisões individuais e sociais com base em conhecimentos científicos e de utilizar capacidades, atitudes e valores para se adaptarem às mudanças; ii) desenvolve competências cognitivas e sócio-afectivas de elevado nível de abstracção, bem como processos científicos transferíveis para outras áreas do saber; iii) promove a literacia científica, nomeadamente, quando são utilizadas metodologias de ensino baseadas na experimentação e na investigação.

Segundo Aikenhead, 1990, (citado por Membiela, 2001), a educação CTSA comporta uma série de vantagens para os estudantes entre as quais: i) uma melhor compreensão dos desafios sociais da Ciência e das interacções entre a Ciência e a Tecnologia, e entre a Ciência e a Sociedade; ii) uma melhoria das suas atitudes em relação à Ciência, aos cursos de Ciência e em relação à aprendizagem dos conteúdos CTS e aos métodos de ensino que utilizam a interacção entre os estudantes; e iii) tiram proveito da educação CTS caso tenham um ensino com uma orientação clara, com material curricular adequado e se houver similaridade entre o modelo de ensino posto em prática e a perspectiva CTS.

Bybee, 1995, (citado por Alves, 2005), refere que a educação CTSA para além de integrar nos programas de educação objectivos como: i) aumentar a alfabetização científica do cidadão; ii) gerar interesse pela Ciência e Tecnologia no aluno; iii) fomentar a contextualização dos estudos científicos através das interacções entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, e iv) ajudar os alunos a desenvolverem o pensamento crítico, o raciocínio lógico e resolução criativa de problemas, ainda tem três pilares muito importantes. São eles: a) o conhecimento para fins pessoais, como cidadão, para fins culturais e destreza na aprendizagem; b) Investigação científica e tecnológica para pesquisar informação, resolver problemas e tomar decisões; e c) desenvolvimento de valores, através das interacções CTSA, em temas públicos e políticos, locais ou globais.

Esteban, 2003, também referenciado por Alves (2005), apresenta uma opinião semelhante pois afirma que a educação CTSA aparece com três objectivos principais: i) facilitar aos alunos a aprendizagem de conteúdos científicos; ii) criar nos alunos uma consciência que os torne sensíveis aos benefícios e aos problemas inerentes ao desenvolvimento científico e tecnológico da nossa sociedade, formando cidadãos responsáveis, e iii) incentivar o interesse pela Ciência.

Por sua vez, Sutil *et al.*, (2008), consideram que a educação CTSA pressupõe considerar o entendimento de questões ambientais, qualidade de vida, economia e aspectos industriais da tecnologia em relação à falibilidade e natureza da Ciência, assim como as discussões sobre opiniões e valores, implicando uma acção democrática.

Também na opinião de Martins (2002), a educação CTSA contribui para: i) a resolução de problemas, ii) confrontar pontos de vista, iii) analisar criticamente argumentos, iv) discutir os limites de validade de conclusões alcançadas, e v) saber formular novas questões.

Considerando tudo o que foi dito, não restam, pois, quaisquer dúvidas, acerca importância da educação CTSA na vida de todos os cidadãos.

2.3 – A IMPORTÂNCIA DA LITERACIA CIENTÍFICA

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

Para Yus (1997) e Luffiego (1994), citados por Garcia (2001), a alfabetização 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 actuar. Trata-se de projectar o processo de ensino-aprendizagem das Ciências 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.

Uma pessoa “cientificamente letrada”, segundo De Boer, 1991, (citado por Ramos, 2004) 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 interacção Ciência-Tecnologia,

Já para Garcia (2001), a alfabetização científica pode ser uma ferramenta que permite aos cidadãos participar na compreensão e transformação da sociedade. Refere, ainda, que no debate actual sobre a alfabetização 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 actuar; iii) Actuar – pensamento crítico que acede às consequências e questiona os fins (dimensões sociais, económicas, tecnológicas, humanas e éticas); iv) Desmistificar – Entrar nas questões epistemológicas que dizem respeito à natureza da Ciência.

Para Vieira (2007), a literacia científica está ligada à forma como os adultos se posicionam face à Ciência e, naturalmente, o que os alunos aprenderem hoje condicionará a sua atitude no futuro. O autor considera que “o objectivo 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” (Vieira, 2007, p. 105).

Um outro autor, Terneiro-Vieira (2004), que se tem preocupado com esta matéria considera que o pensamento crítico 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. A mesma autora refere, também, 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. Estas considerações remetem claramente para a necessidade de preparar os alunos para tomarem decisões racionais e fazerem escolhas informadas implica promover as suas capacidades de pensamento crítico e desenvolver a sua literacia científica.

Segundo o *Project for International Student Assessment - PISA* (2006) 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 (OCDE, 2006). Neste contexto, concordamos com a perspectiva assumida no PISA (2006), quando refere que a literacia científica é todo um conjunto de capacidades e competências que os alunos desenvolvem para interpretar e dar sentido ao meio envolvente e para tomarem decisões conscientes e responsáveis nos mais variados campos do saber.

Com base em DeBoer, 2000, (citado por Vieira, 2007), pode dizer-se que os objectivos da literacia científica, de finais do séc. XIX até aos nossos dias, podem resumir-se da seguinte forma: 1) O ensino/aprendizagem da Ciência 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; 2) 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; 3) É importante aprender conteúdos científicos que tenham aplicações directas no dia-a-dia; os conteúdos podem ser seleccionados e apresentados de modo a que os alunos percebam as suas implicações sobre o mundo natural; 4) 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; 5) 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; 6) 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; 7) 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; 8) Deve-se preparar cidadãos que criem empatia com a Ciência; a educação em Ciência deve avançar no domínio científico e teórico, especialmente para os alunos que se mostrem motivados para tal; 9) 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 projectos tecnológicos.

A grande finalidade da Educação em Ciências é, assim, contribuir para a formação de cidadãos cientificamente mais cultos, o que implica promover a compreensão da relação CTSA (Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente) e o

desenvolvimento de competências para resolver problemas, gerir conflitos, tomar decisões e fazer escolhas conscientes.

Contudo, a actuação responsável perante problemas de cariz científico-tecnológico exige informação credível e actualizada, pois só ela permite que se tomem decisões conhecedoras e informadas características de indivíduos literados cientificamente.

Martins (2002) afirma que para operacionalizar o ensino de âmbito CTSA, são necessários “recursos didácticos consentâneos com questões sociais do momento, pelo que se tal for conseguido, tais recursos poderão tornar-se um veículo de actualização dos próprios programas” (p. 88). Um desses recursos, que para nós é fundamental, é o manual escolar.

Assim, neste contexto, as secções seguintes abordam o papel do manual escolar no processo educativo e pretendem inferir acerca do seu potencial educativo e das suas implicações para o ensino/aprendizagem das Ciências.

3 - O MANUAL ESCOLAR NO PROCESSO EDUCATIVO PORTUGUÊS: ENQUADRAMENTO LEGAL

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 didáctico-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 actividades didácticas 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, define ainda o regime de avaliação, certificação e adopção de manuais escolares dos ensinos básico e secundário. Posteriormente e de forma mais específica, o Decreto-Lei n.º 261/2007 define o regime de avaliação, certificação e adopção aplicável aos manuais escolares e outros recursos didáctico-pedagógicos do ensino básico e do ensino secundário, bem como os princípios e objectivos a que deve obedecer o apoio socioeducativo relativamente à aquisição e ao empréstimo de manuais escolares. Neste documento legal lê-se que o sistema político deve garantir a estabilidade dos manuais escolares de modo a respeitar os interesses socioeconómicos das famílias e deve assegurar a sua qualidade científica e pedagógica através de um sistema de apreciação e controle.

A adopção dos manuais escolares pelas escolas e pelos agrupamentos de escolas é da competência do respectivo órgão de coordenação e orientação educativa devendo ser devidamente fundamentada em grelhas de apreciação elaboradas para o efeito. Assim, a adopção e selecção de manuais escolares é o resultado do processo pelo qual a escola ou o agrupamento de escolas avalia a adequação dos manuais certificados ao respectivo projecto 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 objectivos e conteúdos dos programas ou orientações curriculares em vigor; d) Qualidade pedagógica e didáctica, 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.

Ainda que haja autonomia nas escolas/agrupamentos para seleccionar e adoptar manuais escolares, para harmonizar a última selecção e adopção de manuais, foi enviada uma circular a todos os estabelecimentos de ensino portugueses – Circular n.º 2/2010 - que estabelece as orientações a respeitar na adopção dos manuais escolares. De acordo com o Ministério de Educação, o documento que estabelece os critérios de apreciação e adopção de manuais está estruturado em quatro grupos essenciais, que são: i) Organização e método, ii) Informação, iii) Comunicação e iv) Características materiais.

O referido documento apenas contém critérios de adopção generalistas, não referenciando orientações ou estabelecendo critérios próprios para cada área curricular, deixando-os à consideração da classe docente. O docente deverá utilizar o instrumento de selecção criado pelo Ministério da Educação para o efeito, que são dois anexos a esse documento legal. O Anexo 1, “registo de apreciação e adopção de manuais” que deverá resultar numa apreciação de (Insuficiente, Suficiente, Bom ou Muito Bom) e o Anexo 2 onde deverão ser registadas as incorrecções detectadas em cada manual. Nenhum deles se dirige, em termos específicos, a critérios de adopção para a Educação em Ciência.

Em sistemas educativos em que há múltiplas ofertas de manuais escolares e a selecção destes é da responsabilidade das escolas, como acontece em Portugal, é necessário que a formação de professores, contemple formas eficazes de seleccionar e utilizar manuais escolares em particular quando estes são novos e surgem como resposta a reformas e inovações curriculares (Pedrosa & Leite, 2005).

Também no dizer de Pedrosa & Leite (2005), a descentralização da selecção de manuais escolares tem implicações nas responsabilidades do estado, agravadas pela existência de múltiplas ofertas. Esta responsabilidade manifesta-se na necessidade de assegurar que os livros disponíveis no mercado e seleccionados pelas escolas preencham requisitos mínimos de qualidade e de adequação ao currículo.

Apesar da importância desta medida de política educativa, prevista na Lei n.º 47/2006, 28 de Agosto de 2006, as mesmas autoras consideram que na prática, ela é pouco apreciável e que permanece a posição dos editores e dos livreiros existentes no mercado Português, o que leva a que a selecção de manuais escolares seja um ciclo vicioso que se repete ao longo dos anos.

3.1 - O MANUAL ESCOLAR NO PROCESSO ENSINO/APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA - RECURSO IMPULSIONADOR DE UMA EDUCAÇÃO CTSA

Os manuais escolares são um importante instrumento de acesso ao conhecimento, tal como preconiza Santo (2006) citando vários autores, pois absorvem cerca de 85% das despesas mundiais com materiais pedagógicos (Richaudeau, 1986); constituem um negócio que, em cada país, envolve verbas avultadas (Apple, 1997, 2002; Choppin, 1999; Vieira de Castro, 1999); servem de base para a preparação das aulas dos professores/as (Valente *et al.*, 1989; Apple, 1988, 1997; Perrenoud, 1995); constituem o principal recurso pedagógico dos alunos (Richaudeau, 1986; Choppin,

1997, 2002; Gérard & Roegiers, 1998); consomem cerca de 75% do tempo dos estudantes nas aulas dos ensinos básico e secundário (Apple, 1988); desempenham um papel importante na aprendizagem dos alunos, a longo e a médio prazo (Choppin, 1997).

O manual escolar tem de conseguir responder aos desafios da era moderna, porque como refere Hummel citado por Santo (2006):

O livro envolve o aluno num processo activo de aprendizagem e não o confina à transmissão de factos. Ensina-o através de uma descoberta guiada. Os textos descritivos são interrompidos por perguntas (assim estimulando discussões progressivas) de preferência a uma localização dessas perguntas no fim do capítulo. São levantados problemas e o aluno é levado a pensar criticamente, de preferência a memorizar simplesmente os factos, desenvolvendo capacidades de resolução de problemas. O livro envolve o aluno numa larga cadeia de investigação. (Hummel, 1988, p. 11)

Pedrosa & Leite (2005) citando Parcerisa (1986), consideram que os manuais escolares apresentam reinterpretações de linhas orientadoras definidas pelos poderes político - educativos, consignadas nos documentos oficiais, e configuram-se, simultaneamente, como guias para a sua concretização e como fontes de informação. Essas reinterpretações deveriam concretizar os princípios consignados nos documentos oficiais, quer ao nível dos conteúdos a abordar, quer ao nível das sugestões de abordagens e, mais concretamente, no modo como sugerem que sejam abordados. As mesmas autoras consideram que tais sugestões se traduzem nas actividades de ensino e de aprendizagem que propõem e no modo como sugerem que sejam implementadas. Afirmam ainda que, apesar das investigações realizadas, nomeadamente com manuais escolares de Ciências, estes não reinterpretem adequadamente as orientações curriculares e adoptam abordagens que contribuem para perpetuar tipos de ensino postos em causa pela investigação em educação em Ciências.

Santos (2001) afirma mesmo, que é o manual quem prescreve e veicula o currículo escolar na forma textual, que é a partir dele que a maioria das decisões relacionadas com as estratégias didácticas e seus conteúdos são tomadas, e que também é a partir dele que se iniciam os estudos exploratórios dos temas a desenvolver. A autora defende a necessidade da investigação centrada no discurso do manual e das reflexões que ela pode abrir para o ensino e considera, ainda, que o manual deve ser testado em situação de ensino antes da sua publicação.

Figueiroa (2001) refere que qualquer família, seja qual for a sua origem social ou económica, não hesita em comprar todos os manuais necessários pois neles depositam responsabilidade no sucesso ou insucesso dos seus educandos, tornando-os numa presença tradicional, popular e quase que obrigatória no processo de ensino.

Martins (2002) considera que o manual embora seja o recurso didáctico mais utilizado, é também um objecto de consumo pouco reflectido por parte de quem o usa. Assim, na maioria das vezes, a selecção adopção e uso, do manual, é uma prática e um hábito a cumprir. A autora considera que, os recursos didácticos como os manuais escolares são uma das áreas menos explorada em termos de investigação didáctica e salienta a importância, no processo de ensino/aprendizagem das Ciências, destes elementos didácticos considerando-os como essenciais para a organização do ensino das Ciências e condicionantes da aprendizagem. A autora acrescenta ainda, que o ensino das Ciências de cariz CTSA necessita de novos materiais que suportem as finalidades e objectivos desta nova forma de encarar a educação, sendo, para isso, necessário conduzir projectos de investigação onde os manuais escolares sejam concebidos, produzidos e validados.

Também na opinião de Martins (2002), os materiais/recursos didácticos são elementos essenciais e neles dever-se-ão incluir todos os meios que possam mediar os processos de ensino/aprendizagem e que estejam adequados às questões sociais do momento. A autora refere 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, promovem o desenvolvimento, no aluno, de capacidades específicas e gerais, ao nível dos conceitos e atitudes, mas também competências de leitura de documentação variada, de pesquisa e organização de informação, de trabalho em equipa e de construção de posições fundamentadas.

Membriela (2001) refere que os materiais CTS, em geral, e em particular os manuais escolares, devem 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 acção responsável, incentivando os alunos a comprometer-se na acção

social depois de ter considerado os seus próprios valores e os efeitos que podem ter das distintas possibilidades de acção; 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; 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 CTS.

Tal como já foi referido nesta investigação, num estudo realizado pela OCDE (2006), o desempenho médio global dos alunos portugueses em literacia científica, apesar de ter registado uma evolução positiva de 2000 a 2006, ainda é considerada insuficiente. Perante tal cenário, o ensino praticado nas escolas parece ainda não responder às necessidades dos alunos.

Santos (1999) considera que nos manuais escolares portugueses o ensino das Ciências apresenta-se como:

(...) Um corpo coerente de conhecimentos assépticos e imparciais sem interacção com campos da tecnologia, da filosofia, da ética, da religião e da economia e deixando de lado importantes aspectos sociais. Não se mostra como controvérsias, crises e mudança de paradigmas afectam não apenas o campo científico mas a concepção 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. (p. 9)

Neste sentido, concordamos com a autora na medida em que a perspectiva CTSA é, ainda, pouco explorada nos manuais escolares de Ciências da Natureza.

Gérard & Roegiers, 1998 (citados por Santo, 2006) consideram que existem sete funções essenciais do manual 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 directamente relacionadas com as «funções relativas ao aluno» porque 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.

Parcerisa (1997) refere que o manual pode também contribuir para a aprendizagem de atitudes e comportamentos. É importante, por isso, que a informação

que fornece seja rigorosa e actualizada, tenha uma sequência didáctica lógica dos conteúdos, apresente temas actuais que despertem interesse e sejam adequados às características dos alunos, planeie actividades que abram novos campos de conhecimento e promova os valores de respeito mútuo promovendo a cidadania e literacia científica. Também isto nos aporta para a abordagem CTSA.

Contudo, na opinião de Santos (2001) e Figueiroa (2001) o manual escolar, tende apenas a encorajar os alunos a utilizar os processos básicos da Ciência e ignoram critérios orientadores para um ensino CTSA. Assim sendo, e indo ao encontro da ideia das autoras, os manuais escolares apenas transmitem os conteúdos da Ciência e não facilitam o envolvimento dos alunos nem desenvolvem actividades onde os alunos sejam chamados a agir, a construir o seu conhecimento e a tomarem posições críticas de cariz CTSA.

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

Tabela 2: Critérios a serem seguidos na construção de materiais curriculares CTS e manuais escolares.

Critérios	Finalidade
Responsabilidade	Desenvolver nos alunos a compreensão do seu papel como membros de uma Sociedade, que por sua vez está integrada na natureza, incentivando os alunos a envolverem-se em acções sociais ou pessoais, depois de 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; Explorar visões mais amplas de C/T/S/A, que incluam questões éticas e de valores e onde as relações do desenvolvimento científico e tecnológico com Sociedade e com o Ambiente estejam claramente estabelecidos, no sentido de uma atenção dirigida.
Tomadas 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 um ponto de vista	Ajudar os alunos a pesquisarem e interessarem-se por assuntos para além do assunto específico até considerações mais alargadas acerca da C/T/S/A que incluam um tratamento de valores pessoais e sociais; Apresentar diferentes pontos de vista sobre questões e opções, sem necessariamente se esconder a perspectiva do autor.

Fonte: Adaptado de Waks, 1992, citado por Santos, 2001

Autores como Ríos & Solbes (2007) e Duarte (1999) referem que os manuais escolares de Ciências da Natureza raramente abordam os assuntos na perspectiva

construtivista ou no contexto da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente sugeridos por programas e Orientações Curriculares.

Ríos & Solbes (2007) defendem que os manuais escolares e em particular os manuais de Ciências da Natureza devem ter em consideração diferentes aspectos das interacções CTSA; proponham actividades para detecção das concepções dos alunos; contextualizem os produtos da Ciência; apresentem actividades laboratoriais como actividades problemáticas que pressupõem algum tipo de investigação; apresentem a Ciência e a Tecnologia como meios para resolver problemas do meio natural e social; mostrem a evolução e o papel que a Ciência e a Tecnologia tiveram na Sociedade e no Ambiente; apresentem o papel que a Sociedade, com os seus problemas e necessidades, exerce e/ou exerceu sobre a evolução da Ciência e da Tecnologia, abordem as aplicações da Ciência e da Tecnologia na vida quotidiana; apresentem a Ciência e a Tecnologia como fruto do trabalho colectivo de organizações sociais e não como obra individual; e contribuam 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.

Alves (2005) refere que nos manuais escolares de Ciências da Natureza, a exploração de temas de perspectiva 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 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.

De acordo com Vieira & Martins (2001), relativamente aos recursos e materiais curriculares, vários autores e organismos como a *National Science Teachers Association - NSTA* (1993), realçam que a Educação CTSA requer que se repense, reestruture, reorganize, reescreva e reveja todos os materiais actuais e, em particular, os manuais escolares usados para ensinar Ciências da Natureza.

CAPITULO 3

METODOLOGIA

Neste capítulo, estruturado em cinco secções, descrevemos a metodologia utilizada ao longo do estudo. Na primeira secção apresenta-se a natureza da investigação. Na segunda secção caracterizam-se a população e a amostra do estudo. Na terceira secção referenciam-se as técnicas e instrumentos de recolha de dados. Na quarta secção identificam-se as diferentes etapas do estudo e na última secção ilustra-se o tratamento de dados.

1 - NATUREZA DA INVESTIGAÇÃO

Segundo Reichardt & 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. Para além disso, segundo autores como Bogdan & Biklen (1994), na investigação qualitativa em educação o investigador utiliza principalmente metodologias que possam criar dados descritivos que lhe permitam retirar as suas conclusões.

Assim, o estudo desenvolvido nesta investigação envolve uma realidade dinâmica que analisa de forma descritiva a perspectiva CTSA presente nos manuais escolares de Ciências da Natureza do 2º Ciclo do Ensino Básico. Deste modo, em função dos objectivos desta investigação e ainda em função das questões do estudo formuladas e apresentadas no primeiro capítulo deste trabalho, considerou-se mais adequada uma abordagem de investigação de natureza qualitativa.

A escolha deste tipo de investigação deve-se ao facto de se encontrarem presentes neste estudo características fundamentais da investigação qualitativa, citadas por autores como Bogdan & Biklen (1994) já referenciados, nomeadamente: 1) a fonte directa 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 objecto de estudo.

De acordo com Lessard-Hébert *et al.* (1994), este estudo segue o método qualitativo com 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 verificar hipóteses. Sendo assim, este estudo tem características indutivas pois não parte de qualquer hipótese prévia. Começa por proceder à recolha de dados sobre a perspectiva CTSA nos manuais escolares de Ciências da Natureza, de seguida é 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.

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 dados dependem da sensibilidade, do conhecimento e da sua experiência.

Na opinião de Ludke & André (1986) citados por Martins (2006), uma investigação qualitativa pode assumir várias formas, entre as quais, o estudo de caso, que tem ganho muita aceitação e credibilidade na área da Educação em Ciências e, em particular, em estudos relacionados com o processo de ensino-aprendizagem.

Para caracterizar o estudo de caso, Ludke & André (1986), já referenciados, referem sete características para este tipo de investigação qualitativa: 1) visam a descoberta, na medida em que podem surgir, em qualquer altura, novos elementos e aspectos importantes para a investigação, além dos pressupostos do enquadramento teórico inicial; 2) enfatizam a interpretação em contexto, pois todo o estudo desta natureza tem que ter em conta as características da escola, o meio social em que está inserida, os recursos materiais e humanos, entre outros aspectos; 3) retratam a realidade de forma completa e profunda; 4) usam uma variedade de fontes de informação; 5) permitem generalizações naturalistas; 6) procuram representar as diferentes perspectivas presentes numa situação social; e 7) utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que outros métodos de investigação. Desta forma, a análise realizada aos manuais escolares de Ciências da Natureza do 5ºano de escolaridade teve em consideração estas características, uma vez que se trata da análise e interpretação pormenorizada de uma realidade actual que são os manuais escolares.

Os mesmos autores afirmam que o interesse do estudo de caso incide naquilo que ele tem de único, de particular, mesmo que posteriormente fiquem evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações. Estes autores acrescentam ainda que devemos escolher este tipo de estudo quando queremos estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo.

Merriam (1988), citada por Bogdan & Biklen (1994), refere que o estudo de caso consiste na observação detalhada de um contexto, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico como é o caso dos manuais escolares de Ciências da Natureza editados em 2010.

Neste tipo de investigação, o estudo de caso é muito utilizado quando não se consegue controlar os acontecimentos e, portanto, não é de todo possível manipular as causas do comportamento dos participantes (Yin, 1994 citado por Martins, 2006).

Bogdan & Biklen (1994) referem que o estudo de caso pode ser representado como um funil em que o início do estudo é sempre a parte mais larga. Deste modo, este estudo foi desenvolvido tendo por base os dados obtidos inter-relacionando-os e interpretando-os de forma a dar resposta às questões de investigação que foram ponto de partida para esta investigação e concluir acerca da perspectiva CTSA nos manuais escolares de Ciências da Natureza.

Alves (2005) refere que autores como Carmo & Ferreira (1998) atribuem esta característica exploratória a investigações que pretendam compreender e explicar a situação do objecto em estudo, que neste caso são os manuais escolares de Ciências da Natureza, face às finalidades da Educação em Ciências de cariz CTSA. Acrescentam ainda que os dados são normalmente recolhidos mediante a administração de instrumentos de recolha de dados adequados. Este dados, na presente investigação, incluem descrições da análise feita aos manuais escolares tendo por base o Instrumento de Caracterização de Manuais Escolares de Ciências da Natureza concebido para o efeito.

2 - POPULAÇÃO E AMOSTRA

A autora desta investigação, docente do 2º Ciclo do Ensino Básico, esteve presente em várias apresentações de manuais escolares que ocorreram em diferentes zonas de Portugal o que possibilitou uma maior proximidade e conhecimento da população que sustenta este estudo.

Sendo assim, a população é constituída por todos os manuais escolares de Ciências da Natureza – 5º ano de escolaridade editados em 2010, em Portugal. Trata-se de todos os manuais escolares presentes no actual mercado português e que, uma vez adoptados, serão utilizados, segundo a legislação, durante seis anos consecutivos no 2º Ciclo do Ensino Básico.

Para a selecção da amostra, procedeu-se ao envio de um e-mail para Divisão de Manuais Escolares da Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular, a fim de saber quais os manuais escolares mais adoptados na disciplina de Ciências da Natureza do 5.º Ano de escolaridade em 2010. Na sequência deste pedido, foi recebida a listagem dos manuais escolares adoptados, que se apresenta na tabela seguinte, organizada por ordem decrescente de adopções, de acordo com a estimativa do número de alunos.

Tabela 3: Listagem de manuais escolares de Ciências da Natureza do 5.ºano adoptados em 2010

Ano	Disciplina	ISBN	Título Manual	Editora
5	Ciências da Natureza	978-972-0-20681-7	Viva a Terra! 5 - Ciências da Natureza	Porto Editora
5	Ciências da Natureza	978-972-761-953-5	Desafios Terra Viva 5.º Ano C. Natureza	SANTILLANA-Constância
5	Ciências da Natureza	978-972-0-20651-0	Páginas da Terra 5 - Ciências da Natureza	Porto Editora
5	Ciências da Natureza	978-989-647-163-7	CSI 5 - Ciências Sob Investigação - 5.º Ano	Areal Editores, SA
5	Ciências da Natureza	978-972-47-4221-2	Clube da Terra 5º ano	Texto Editores, Lda.
5	Ciências da Natureza	978-989-647-160-6	Natura 5 - Ciências da Natureza - 5.º Ano	Areal Editores, SA
5	Ciências da Natureza	978-972-799-268-3	+ Ciência CN 5º ano	Sebenta Editora e Distribuidora, S.A.
5	Ciências da Natureza	978-989-23-0734-3	O meu livro de Ciências 5º ano	Asa Editores II, SA
5	Ciências da Natureza	978-972-680-726-1	Ciências da Natureza Cinco	Lisboa Editora

A esta lista de manuais escolares foi aplicado um critério de selecção que foi considerar na análise apenas um manual escolar representante de cada editora. Importa salientar que, para as editoras representadas por dois manuais escolares, foi seleccionado o manual mais adoptado, segundo a listagem da tabela anterior.

De acordo com este critério de selecção, a amostra deste estudo ficou constituída por sete manuais escolares de Ciências da Natureza, do 5º ano de escolaridade, editados em 2010, os quais foram identificados como M1, M2, M3, M4, M5, M6 e M7.

3 - TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLHA DE DADOS

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 construiu-se um instrumento de análise que permitiu a recolha de dados

– Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências da Natureza quanto à Perspectiva CTSA. (página 53).

A tabela que seguidamente se apresenta estabelece uma relação entre as questões de investigação e os instrumentos utilizados, no âmbito da técnica de recolha de dados.

Tabela 4: Relação entre as questões de investigação e os instrumentos de recolha de dados, no âmbito da técnica de investigação utilizada.

Questões de Investigação	Técnica	Instrumento
Q: Os manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB, editados em 2010, já incorporam a abordagem CTSA, tal como as Orientações Curriculares preconizam para o Ensino Básico?	Análise documental	Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências da Natureza quanto à Perspectiva CTSA.
Q1: Os manuais escolares de Ciências da Natureza, editados em 2010, 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?	Análise documental	Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências da Natureza quanto à Perspectiva CTSA.
Q2: Os manuais escolares de Ciências da Natureza apresentam sugestões de actividades de ensino/aprendizagem para a abordagem dos conteúdos com a perspectiva CTSA?	Análise documental	Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências da Natureza quanto à Perspectiva CTSA.

Sendo este um estudo de natureza qualitativa, concordamos com Fernandes (1991) quando considera que, uma das vantagens da investigação de natureza qualitativa relaciona-se com a possibilidade de gerar boas hipóteses/questões de investigação. Isto, deriva do facto de se utilizarem técnicas tais como entrevista detalhada e profunda, observações minuciosas e prolongadas e análise de produtos escritos (como no caso dos manuais escolares). Também na opinião do autor, a investigação qualitativa fornece informação acerca do ensino e da aprendizagem que de outra forma poderiam não se

obter. Assim, podem identificar-se variáveis relevantes para o estudo do ensino e da aprendizagem que não seriam facilmente detectadas através de métodos tipicamente quantitativos.

Para além disso, o mesmo autor também considera que o foco da investigação qualitativa é a compreensão mais profunda dos problemas, não se colocando o problema da validade e da fiabilidade dos instrumentos. O investigador é o “instrumento” de recolha de dados por excelência e a qualidade dos dados depende muito da sua sensibilidade, da sua integridade e do seu conhecimento.

3.1 - INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE MANUAIS ESCOLARES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA QUANTO À PERSPECTIVA CTSA.

O instrumento de análise de manuais escolares de Ciências da Natureza permitiu analisar os manuais no que se refere à incorporação da perspectiva CTSA e quanto às relações que se estabelecem entre os conteúdos científicos, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. O instrumento referido foi baseado num outro concebido por Alves (2005) para um estudo sobre a análise de manuais escolares de Estudo do Meio - 4ºano, tendo sido adoptado de acordo com os nossos objectivos/questões de investigação.

Depois de adaptado às características do estudo a desenvolver, o instrumento foi pilotado aplicando-o à análise de dois manuais escolares de Ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade. Os resultados dessa análise mostraram-nos que o instrumento não permitia obter os dados pretendidos pelo que foi necessário reformulá-lo para perceber de que forma eram explorados e relacionados os conteúdos científicos com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Para fazer esta reformulação, também consultámos o questionário VOSTS - *Views on Science-Technology-Society*” - com o propósito de tornarmos mais válido o instrumento.

O VOSTS é um questionário de escolha múltipla criado por três investigadores canadianos - Aikenhead, Fleming & Ryan (1989), construído e dirigido inicialmente a uma população estudantil, embora já tenha sido utilizado em outras populações, nomeadamente de professores. Procura avaliar as concepções de ciência numa perspectiva de interligação das ciências à tecnologia e à sociedade.

De acordo Acevedo-Díaz, Acevedo-Romero, Manassero-Mas & Vázquez-Alonso, (2001), este instrumento é uma técnica de inquérito que, possivelmente, melhor

se apresenta na actualidade para caracterizar concepções sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e as suas inter-relações.

As enormes potencialidades deste instrumento de avaliação de atitudes, crenças e concepções sobre CTSA têm justificado a sua utilização em diversas investigações, incluindo casos de estudos portugueses.

Segundo Vieira & Martins (2005), uma versão do VOST foi abreviada e previamente adaptada para Portugal por Canavarro (2000). Esta versão possui 19 itens, e permite avaliar os tópicos que estabelecem as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (anexo A).

Após a consulta e leitura exhaustiva do questionário VOSTS quer na sua versão original, quer na versão portuguesa, extraída de Canavarro (2000), foi possível constatar que o instrumento construído para a realização desta investigação – Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências da Natureza quanto à Perspectiva CTSA – já reúne todos os tópicos de avaliação sugeridos pelo VOSTS, os quais possibilitaram a sua indubitável implementação.

Concebida a sua versão final, o instrumento foi construído em torno de uma Categoria, “*Elementos de concretização do processo de ensino/aprendizagem*”, duas Dimensões e treze Indicadores. Relativamente às dimensões, a Dimensão A, “*Discurso/Informação facultada*”, considera o texto incluído nos manuais tendo em conta o discurso utilizado e a informação que transmitem, e a Dimensão B, “*Actividades de Ensino/Aprendizagem*”, refere-se às actividades propostas no manual. Cada uma destas dimensões foi, por sua vez, subdividida em indicadores da perspectiva CTSA considerados relevantes na análise de manuais escolares. A Dimensão A integra nove indicadores e a Dimensão B integra quatro indicadores.

Tabela 5: Instrumento de análise de manuais escolares de Ciências da Natureza quanto à Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Categoria	Dimensão	Indicadores	Episódios
ELEMENTOS DE CONCRETIZAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO/APRENDIZAGEM	A - Discurso/Informação facultado	<p>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...).</p> <p>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...).</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>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).</p> <p>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).</p> <p>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 que não tem electricidade).</p> <p>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...).</p> <p>A9 - Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA bem como o pensamento crítico. (Ex: relação – novas técnicas de impermeabilização-biodegradação de detritos que não põem em risco a saúde pública).</p>	
	B – Actividades de Ensino/Aprendizagem	<p>B1- Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projectos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifeste a interacção CTSA. (Ex. a implementação de um aterro sanitário perto de um curso de água.)</p> <p>B2- Propõe actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico. (Ex: a escassez de água; a diminuição da camada de ozono...)</p> <p>B3- Propõe a realização de actividades (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 (Ex: a poluição do ar e dos rios).</p> <p>B4- Apresenta situações de aplicação ao dia-a-dia, dos novos conhecimentos, onde esteja presente a interacção CTSA, no final das actividades propostas (Ex: emprego de sal nas estradas em dias frios de Inverno).</p>	

4 - ETAPAS DO ESTUDO

O presente estudo insere-se, tal como já foi referido, numa investigação de cariz qualitativo, pois decorreu em ambiente natural e em contexto real, uma vez que se trata da análise e interpretação de uma realidade actual que são os manuais escolares de Ciências da Natureza do 5ºano de escolaridade editados em 2010.

Neste sentido, e tendo em vista o cumprimento dos objectivos definidos, procurou-se organizar esta investigação em quatro fases distintas, articuladas entre si, como a seguir se apresenta:

1ª Etapa: planeamento da investigação - depois de estabelecido o quadro teórico sobre as potencialidades da Educação CTSA e sobre o manual escolar no processo ensino-aprendizagem e o seu enquadramento legal no processo educativo português, formularam-se as questões do estudo, definiram-se os objectivos, seleccionou-se a amostra de estudo e decidiu-se a metodologia de trabalho (técnica e instrumento de recolha de dados a utilizar);

2ª Etapa: recolha de dados – Construiu-se, validou-se, reformulou-se e aplicou-se o instrumento de recolha de dados (descrito anteriormente) que permitiu a análise de manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB segundo a perspectiva CTSA.

3ª Etapa: apresentações dos dados - organizaram-se e trataram-se os dados recolhidos com o instrumento de análise em tabelas próprias concebidas pela investigadora do estudo;

4ª Etapa: discussão dos resultados e conclusões - procedeu-se a uma análise comparativa dos dados, à luz do quadro teórico de referência abordado no capítulo 2 desta investigação, discutindo-se e evidenciando-se os resultados comuns e divergentes.

5 - RECOLHA E TRATAMENTO DE DADOS.

Para além da análise qualitativa já referida, também se fez uma análise quantitativa como pode observar-se nas tabelas 6, 7, 8, 9 e 10, que se encontram no capítulo 4 – Apresentação e discussão dos resultados.

Vieira (2003) considera que os dados recolhidos numa investigação vão sendo reduzidos e organizados, evidenciando ocorrências regulares, relações, tendências e padrões relevantes que levam a interpretações. Também nesta investigação, os dados foram analisados e organizados minuciosamente e criteriosamente de forma a permitirem interpretações acerca da perspectiva CTSA incorporada nos manuais escolares e da natureza das inter-relações estabelecidas entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Os sete manuais escolares que constituem a amostra de estudo e nos quais foi aplicado o Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências da Natureza foram previamente identificados como manual M1, manual M2, ..., manual M7. Convém salientar que todos os manuais analisados incluem todas as unidades temáticas previstas no programa de Ciências da Natureza do 2º Ciclo do Ensino Básico, embora por vezes, as designem de formas diferentes.

Quanto ao modo como se efectuou a recolha de dados, começou por se fazer uma leitura, ainda que ligeira, de todos os manuais seleccionados para perceber se contemplavam as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. De seguida, depois de perceber que todos contemplavam esta abordagem, analisaram-se de forma mais detalhada para determinar se a abordagem CTSA era incluída ao longo das unidades, integrada na abordagem dos conteúdos e nas sugestões de exploração das actividades (exemplo 1), ou em secções próprias/secções estanques denominadas CTSA (exemplo 2), transmitindo a mensagem de ser algo “à parte” complementar da abordagem anteriormente feita.

Exemplo 1:

Actualmente a agricultura biológica procura recuperar práticas tradicionais e incluir novas tecnologias (...) pretende manter a produtividade do solo e da cultura, utilizando a rotação de culturas, fazendo a adição de estrume, leguminosas, detritos orgânicos, rochas ou minerais triturados, procedendo ao controlo de pragas pelo recurso a outras espécies animais, evitando-se assim o uso de fertilizantes e pesticidas químicos. (Manual M1, p. 209).

Exemplo 2:

Ciência · Tecnologia · Sociedade · Ambiente

Educação para a cidadania

Atitude responsável

Planta uma árvore!

O Dia Mundial da Árvore e das Florestas comemora-se a 21 de Março. Em 1971 foi estabelecido em vários países este dia, por ser o início da Primavera no hemisfério norte. O objectivo é sensibilizar as pessoas para a importância da floresta na Terra. Dá o teu contributo pessoal na protecção das plantas – planta e cuida de uma árvore!



Consciência ecológica



O azevinho é uma espécie protegida pelo decreto-lei n.º 423/89. Nunca cortes azevinho silvestre. Denuncia às autoridades qualquer atentado à conservação da Natureza.

Notícias

Um herbário com casa nova

Depois de anos entregue à humidade, o herbário de criptógamia (plantas sem flor) do Jardim Botânico de Lisboa inaugurou, em Maio de 2007, 600 metros de prateleiras, 150 a 180 mil exemplares, numa sala exclusivamente preparada para receber o herbário que conta com colecções que se têm destacado entre as melhores do mundo. “A ciência para mim é para partilhar. Um herbário tem de ser visto, tem de ser mexido”, afirma Maurice Johns, biólogo da Universidade de Londres que doou a sua colecção pessoal ao Jardim Botânico.

Publico

Pesquisa na Biblioteca

Livros e revistas

- **1001 Maravilhas da Natureza.** Selecções do Reader's Digest.
- **Cientistas.** Caminho.
- **Dicionário Visual das Plantas.** Verbo.
- **Lugares da Natureza.** Porto Editora.
- **Plantas Incríveis.** Civilização.
- **Terra Verde (colecção).** Verbo.

Internet

Escreve num motor de busca:

- **Jardim Botânico de Lisboa**
- **Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza**
- **Projecto de Sensibilização e Educação Florestal da População Escolar**
- **Children's Botanical Garden**

Multimédia

- **Diciopédia.** Porto Editora.
- **O Homem e a Terra.** Felix Rodriguez La Fuente, Lusomundo.
- **O professor Telescópio explora o ambiente.** Porto Editora.
- **Estranha Natureza.** BBC.

(Manual M2, p. 103)

Os resultados obtidos com esta análise apresentam-se na tabela 6 (página 57).

Seguidamente, quer no caso de integração da abordagem CTSA nos conteúdos/actividades dos manuais, quer no caso de secções próprias denominadas CTSA, analisaram-se/estudaram-se os episódios que evidenciavam os indicadores referidos no instrumento de análise. Desta forma, procedeu-se a uma primeira análise dos episódios evidenciados nos manuais relacionados com os indicadores da dimensão A e de seguida procedeu-se de igual forma com os indicadores da dimensão B. A análise foi feita inicialmente com o manual M1, seguido do manual M2 e assim sucessivamente até ao manual M7.

Depois das análises anteriores, e como consequência delas, começámos a perceber 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, uma outra análise se impunha e que era avaliar o modo como os indicadores que estavam presentes nos manuais eram contemplados, se de forma explícita ou implícita, considerando para isso a forma como eram abordados e explorados. Deste modo, todos os episódios que evidenciavam os indicadores foram

confrontados com a fundamentação teórica que sustenta este estudo e com as ideias traduzidas e expostas pelos indicadores. Os episódios que evidenciam e traduzem as ideias presentes nos indicadores de forma clara e precisa consideraram-se explícitos. Os episódios cujas ideias traduzidas pudessem de alguma forma levar à interpretação do indicador, tendo em conta alguma palavra, frase ou imagem, e serem subentendidas pelos professores e alunos, quer na informação facultada, quer nas tarefas propostas, consideraram-se implícitos. Vejam-se os seguintes exemplos, respectivamente, de um episódio explícito e de um episódio implícito:

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 M3, p. 72).

Exemplo de um episódio implícito 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:*

O Homem teve, desde sempre, a preocupação de conhecer a constituição dos seres vivos, mas só no séc. XVII foi inventado um instrumento que viria a revolucionar a biologia e a medicina (...) foi-lhe dado o nome microscópio (...) até hoje, tem vindo a ser aperfeiçoado e, com a sua ajuda, foram adquiridos novos conhecimentos sobre a constituição dos seres vivos e foram descobertos outros seres que nunca se pensou existirem. (Manual M1, p. 118).

Foi, por isso, importante analisar se a exploração dos conteúdos, quer através do discurso/informação facultado nos manuais escolares, quer através das actividades propostas, era explícita no que respeita à interligação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente necessária à Educação em Ciências de acordo com a perspectiva CTSA. Nesta análise, pretendeu-se, ainda, verificar qual a frequência de episódios explícitos ou implícitos presentes nos manuais escolares, avaliando a sua representatividade, e procurou-se também analisar se a exploração dos conteúdos, através do discurso utilizado nos manuais e das actividades propostas era promotora de uma Educação CTSA, capaz de contribuir para a alfabetização científico-tecnológica necessária ao cidadão comum e em particular aos nossos alunos. Os resultados obtidos com esta análise encontram-se na tabela 7 (página 93).

De seguida elaborou-se uma outra tabela (tabela 8 – página 98) com o número de episódios por indicador e registaram-se quais eram os indicadores de cada dimensão

(Discurso – Dimensão A e Actividades – Dimensão B) mais presentes nos manuais escolares.

Considerou-se também importante elaborou-se uma tabela resumo (tabela 9 – página 101) onde foram anotados os indicadores da perspectiva CTSA presentes nas várias unidades temáticas dos manuais da amostra por dimensão de análise e que possibilitou uma visão geral do estudo desenvolvido. Importa salientar que, para a elaboração da tabela 9, não foi nossa intenção reunir todos os episódios identificados por indicador nas várias unidades didáticas dos manuais escolares, mas sim registar um episódio representativo da dimensão e respectivo indicador identificado por unidade temática a fim de inferir acerca do número de indicadores por unidade didáctica no conjunto dos manuais analisados.

Por fim, elaborou-se uma tabela (tabela 10 – página 103) onde se inscreveram os indicadores registados em cada manual e pertencentes às duas dimensões de análise, que permitiu sintetizar os elementos de concretização deste estudo relativamente às duas dimensões de análise e respectivos indicadores identificados nos manuais da amostra.

CAPÍTULO 4

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em função dos objectivos definidos para esta investigação, este capítulo encontra-se estruturado em duas secções. Primeiro descrevem-se os dados recolhidos com o Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências da Natureza e analisam-se os conteúdos científicos propostos pelos manuais a fim de verificar se estabelecem a interligação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente necessária à Educação em Ciências de acordo com a perspectiva CTSA. De seguida, apresentam-se os resultados relativos à perspectiva CTSA nos manuais escolares.

1 – PERSPECTIVA CTSA NOS MANUAIS ESCOLARES

Tal como já foi referido no capítulo anterior, começou-se por registar na tabela 6 a perspectiva CTSA nos manuais escolares, analisando de que forma esta perspectiva era incorporada nos manuais da amostra, se ao longo das várias unidades e de forma integrada nos conteúdos didácticos e nas actividades propostas, se em sessões próprias denominadas CTSA.

Tabela 6: Incorporação da perspectiva CTSA nos manuais escolares de Ciências da Natureza

	Indicadores		Manuais escolares							
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	
Incorporação da perspectiva CTSA nos manuais escolares	Presente	De forma integrada nos conteúdos didácticos e nas actividades propostas nas diferentes unidades temáticas	x		x					x
		Em sessões próprias ou secções estanque denominadas CTSA ou com outras denominações		x		x	x	x		
	Ausente		----	----	----	----	----	----	----	

Nesta tabela é possível observar que, relativamente aos manuais M1, M3 e M7, a perspectiva CTSA se encontra ao longo das várias unidades e de forma integrada nos conteúdos didácticos. Por outro lado, no que concerne aos manuais M2, M4, M5 e M6,

a perspectiva CTSA encontra-se presente em sessões próprias, estanque, denominadas CTSA ou outras denominações.

1.1 – MANUAIS EM ESTUDO

1.1.1 – Dimensões e Episódios contemplados nos manuais escolares de Ciências da Natureza.

Tal como já foi referido, 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, o que nos levou a uma análise mais minuciosa cujo objectivo era avaliar o modo como os indicadores que estavam presentes nos manuais eram contemplados, se de forma explícita ou implícita. Assim, os episódios que evidenciam e traduzem as ideias presentes nos indicadores de forma clara e precisa consideraram-se explícitos. Os episódios cujas ideias traduzidas pudessem de alguma forma levar à interpretação do indicador, tendo em conta alguma palavra, frase ou imagem, e serem subentendidas pelos alunos, quer nas tarefas propostas, quer na informação facultada consideraram-se implícitos.

Descrevem-se agora mais pormenorizadamente os resultados observados em cada manual. Sendo que o manual M1 é aquele que detém mais indicadores das duas dimensões, serão apresentados, um ou dois episódios de cada indicador identificados no manual. Salientamos que, os indicadores identificados nos restantes manuais, uma vez que já foram ilustrados com exemplos do manual M1, não serão identificados como exemplos para não incorrer o risco de repetição de episódios por unidades, temas ou conteúdos científicos.

NO **manual escolar M1** identificam-se 39 episódios referentes à dimensão A, *Discurso/Informação facultado*, e 8 episódios referentes à dimensão B, *Actividades de Ensino/Aprendizagem*.

Relativamente à dimensão A aparecem evidências dos indicadores A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8 e A9. O indicador mais identificado é o A4 (13 episódios) seguido pelo A9 (11 episódios) e pelo A1 (7 episódios). Para os indicadores A2, A7 e A8 identificam-se 2 episódios cada, e para os indicadores A5 e A6, apenas 1.

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 7 episódios explícitos e 6 implícitos. Vejam-se dois exemplos, um explícito e outro implícito.

O primeiro encontra-se na secção “Formação cívica” e está relacionado com a extinção de algumas espécies de mamíferos. É introduzido um texto informativo sobre um estudo realizado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) que sensibiliza os alunos para a ameaça de espécies em extinção. O texto alerta os alunos para a necessidade de proteger estes animais e refere ainda que a conservação dos habitats naturais é considerada insuficiente, pelo que reforça a ideia de que as soluções para este problema passam por tecnologias reprodutivas, o que ilustra o papel da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no Ambiente. A forma como o texto é apresentado elucida os alunos acerca dos actos da sociedade e das consequências que estes têm na natureza e no ambiente em geral. O texto é acompanhado de imagens legendadas sobre o caso do lince-ibérico e do lobo-ibérico, espécies ameaçadas em Portugal, e refere que as principais ameaças à sobrevivência destes mamíferos estão relacionadas com o incumprimento da lei de caça e pesca de outros animais que servem de alimento para estas espécies. Este exemplo, apresentado de forma explícita, permite desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente, em relação a problemas sociais e ambientais, pois relaciona o papel do conhecimento científico e tecnológico na sustentabilidade da biodiversidade.

O segundo exemplo encontra-se numa secção denominada CTSA e aparece na subunidade “importância do ar para os seres vivos”, no tópico poluição do ar. Neste tópico os alunos são alertados para os factores que alteram a qualidade do ar, tais como o desenvolvimento industrial e o aumento do número de automóveis. Aparece uma imagem com painéis solares que sensibiliza os alunos para a utilização de fontes de energia renováveis e para a diminuição do uso de combustíveis fósseis sem, no entanto, esclarecer o aluno do porquê da necessidade das energias renováveis, nem informá-los da dependência excessiva que a sociedade tem, por exemplo, do petróleo, o que leva o Homem a recorrer ao uso de energias renováveis. Sendo assim, o texto não refere o papel que a sociedade tem na qualidade do ambiente. A identificação do indicador A4 surge na sequência desta imagem, que apesar de “sugestiva”, não é explorada suficientemente para se perceberem e tornarem claras as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e a sua mútua interdependência. Os alunos são informados da existência de um novo gerador eólico na Rússia dada a contínua procura

de novas soluções no domínio das energias renováveis, mas o texto é pouco claro quanto à funcionalidade do sistema e não elucida o aluno sobre as vantagens e ou desvantagens que este novo gerador pode trazer para a sociedade e para o ambiente. Além disso, o texto suscita dúvidas quando refere que alguns investigadores consideram este projecto uma fraude, pelo que de inovador será apenas a forma escultural, o que pode levar o aluno a inferir que esta solução encontrada para resolver problemas ambientais de nada serve perante a incerteza da sua funcionalidade. Este exemplo é, por isso, apresentado como ilustração de um episódio implícito.

O indicador A9, *relacionado com informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA bem como o pensamento crítico*, regista 11 episódios neste manual, dos quais 5 são explícitos e 6 são implícitos.

Tome-se como primeiro exemplo um episódio presente no texto incluído na subunidade “a importância da água para os seres vivos”. Este exemplo diz respeito à qualidade da água. É introduzido um título sugestivo: “Inventor cria «palhinha» salvavidas”. Segue-se um texto informativo e uma imagem acerca da escassez de água potável nos países em desenvolvimento e das doenças que daí advêm para a população. O texto alerta os alunos para os problemas sociais e ambientais nesses países quando refere que “Nos países em desenvolvimento, uma em cada seis pessoas não tem acesso a água potável, e seis mil pessoas morrem diariamente devido a doenças causadas pelo consumo de água não tratada (...)” (p. 157). Os alunos são também informados que: “(...) um inventor dinamarquês criou uma palhinha de plástico que, ao sorver a água, purifica-a. No interior da palhinha estão filtros e uma câmara com iodo que removem as bactérias da água, podendo esta ser bebida directamente dos rios (...)”. (p. 157). Tem explícito o relacionamento do conhecimento científico, respeitante à qualidade da água, e a tecnologia usada na construção de uma palhinha capaz de filtrar a água contaminada, possibilitando o seu consumo. O texto sugere ainda que esta poderá ser uma solução, contudo a um preço muito caro para a maioria da população de países em desenvolvimento. Este episódio é explícito, pois a informação apresentada no texto permite estabelecer e compreender as relações estabelecidas entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente fomentando no aluno o pensamento crítico.

Um outro episódio encontra-se presente na subunidade “as rochas, o solo e os seres vivos”. Este exemplo apresenta-se numa secção própria denominada CTSA e informa o aluno sobre o carvão mineral. O texto apresenta informação proveniente do saber científico pois refere que “O carvão mineral é uma rocha sedimentar combustível

formada a partir de plantas enterradas no solo e sujeitas a elevadas pressões e temperaturas (...)” (p. 195). Apresenta também informação do conhecimento tecnológico, embora de forma implícita quando relata que o carvão “ (...) foi o grande impulsionador da Revolução Industrial no séc. XIX: gerava a energia para as máquinas e locomotivas. Também impulsionou toda a era da electricidade no séc. XX. ” (p. 195). Contudo, não informa de forma explícita o aluno das vantagens e consequências para a sociedade e ambiente dos avanços tecnológicos, impulsionados pelo uso do carvão. Este episódio é implícito pois não relaciona a informação proveniente do saber científico e tecnológico com os impactos que resultam deste na sociedade e no ambiente e, por isso, não fomenta a compreensão das interações CTSA.

De todos os manuais, o M1 é o que evidencia mais episódios do indicador A1, *relacionado com a exploração dos tópicos de ciências em função da utilidade social*. É o caso, por exemplo, de um episódio que se encontra na unidade “Diversidade nos animais”, relacionado com a deslocação dos animais. Os alunos são informados da vontade de voar que o Homem sempre manifestou ao longo dos tempos. “Desde a Antiguidade, o Homem observou e estudou os animais que voam e as suas características (...). Isso ajudou-o a inventar os meios de transporte aéreos (...) (p. 47). O texto é acompanhado de imagens sugestivas de vários meios de transporte aéreos onde está evidente a forma como estes têm evoluído ao longo dos tempos em proveito da sociedade. Este episódio é explícito pois explora os tópicos de ciências em função da utilidade social, evidenciado o papel da ciência e da tecnologia na qualidade de vida.

Um outro episódio que evidencia o indicador A1 é o caso do texto incluído na unidade “Diversidade nas plantas” que informa o aluno acerca das plantas medicinais. O texto refere que “As plantas medicinais são plantas com propriedades curativas usadas desde os tempos pré-históricos na medicina popular. Actualmente, as suas propriedades são estudadas em laboratórios farmacêuticos, para fabricar novos fármacos.” (p. 96). Os tópicos de ciências são explorados em função da utilidade social de forma explícita pois informam o aluno dos benefícios que as plantas têm para a sociedade. O texto faz referência às propriedades curativas das plantas e o uso que o Homem faz delas e tem explícita a relação entre a sociedade e a ciência bem como a ciência e a tecnologia.

Veja-se um outro exemplo relacionado com a “utilização da água nas actividades humanas” e “preservação da água”. O texto é acompanhado de imagens e informa os alunos que a água pode ser utilizada nas actividades domésticas e na higiene diária (relação ciência – sociedade), na pesca e agricultura, bem como nas actividades de lazer (relação ciência – sociedade – ambiente), nas barragens hidroeléctricas (relação ciência

- tecnologia – sociedade – ambiente). Apesar das relações requeridas, o texto não as explora de forma nítida. Da mesma forma, na página seguinte, o texto, juntamente com imagens sugestivas, sensibiliza o aluno para a conservação da água, sugerindo formas de poupar água no dia-a-dia, mas não as explora de acordo com as relações CTSA. Este episódio é apresentado de forma implícita pois os tópicos de ciências são explorados de forma “mecânica”, apenas como conteúdos científicos desconectados de outros campos do saber que exigem a compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade e são abordados como problemas – causas – efeitos – medidas de intervenção, não sendo estabelecida qualquer relação CTSA. A exploração dos conteúdos científicos não parte da exploração de situações-problema de índole CTSA, pelo contrário, são encarados como um corpo exacto/objectivo/definitivo de conhecimentos e a sua aprendizagem assume um carácter essencialmente disciplinar.

Os indicadores A2, A7 e A8 apresentam duas evidências/episódios cada. Tome-se como exemplo um episódio de cada indicador.

O indicador A2 *mostra que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas*. Um exemplo é o que se encontra nas páginas 130 e 131 do manual, na subunidade da “Classificação dos seres vivos”.

(...) Outros sistemas de classificação foram surgindo, mas nenhum foi completamente satisfatório (...) ” (...) a classificação inicial de Lineu, com dois reinos, veio a revelar-se insuficiente. Com o progresso da investigação verificou-se que alguns seres vivos não se podiam incluir em nenhum desses grupos e concluiu-se também que existiam erros na sua caracterização (...) O sistema de Lineu, idealizado há mais de trezentos anos, é ainda hoje adoptado, mas com modificações, pois à medida que a investigação avança e novos seres vivos vão sendo conhecidos, podem surgir dúvidas em incluí-los nos grupos já organizados (...) (p. 131-132).

Este episódio informa os alunos da importância da classificação dos seres vivos e que os sistemas de classificação dos seres vivos evoluíram ao longo dos tempos. No texto, está implícita a ideia de que, apesar do carácter não definitivo das classificações, elas constituem um instrumento de trabalho universal, utilizado pelos cientistas para facilitar a comunicação e a transmissão de conhecimentos. O texto refere também que o trabalho dos cientistas de outras épocas foi aperfeiçoado em função dos avanços e progressos da investigação, no entanto, não é explícita a ideia de que o trabalho dos

cientistas pode ser influenciado pelo trabalho de outros cientistas e por pressões sociais da época.

Como exemplo do indicador A7 que *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*, apresenta-se o texto incluído na subunidade “A célula: unidade na constituição dos seres vivos”.

O Homem teve, desde sempre, a preocupação de conhecer a constituição dos seres vivos, mas só no séc. XVII foi inventado um instrumento que viria a revolucionar a biologia e a medicina (...) foi-lhe dado o nome microscópio (...) até hoje, tem vindo a ser aperfeiçoado e, com a sua ajuda, foram adquiridos novos conhecimentos sobre a constituição dos seres vivos e foram descobertos outros seres que nunca se pensou existirem (p. 118).

O texto informa os alunos acerca de diferentes realidades tecnológicas, contudo não é explícito na medida em que não evidencia como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais e, também, não relaciona a importância que o aperfeiçoamento do microscópio teve da descoberta de outros seres vivos com a prevenção de doenças e a qualidade de vida. O manual apresenta imagens da evolução do microscópio e numa outra página (na secção saber mais) apresenta um esquema/imagem que relaciona o aperfeiçoamento do microscópio (cada vez mais evoluído, do microscópio óptico ao microscópio electrónico) com a capacidade de observar seres cada vez mais pequenos. Contudo, não relaciona o aperfeiçoamento do microscópio com a descoberta da cura de determinadas doenças para o bem da sociedade e ambiente.

Episódios do indicador A8 referente ao *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*, estão presentes na unidade da “Diversidade nos seres vivos”, no qual são relatadas práticas experimentais utilizadas na reprodução dos seres vivos, como é o caso dos exemplos que o manual sugere da reprodução *in vitro* e da clonagem. No primeiro exemplo o texto é explícito relativamente aos métodos utilizados na reprodução *in vitro*, no entanto, não é claro quanto às utilizações pela sociedade. Apenas refere que se trata de uma técnica utilizada para a criação de gado e galinhas, bem como para a reprodução em cativeiro de espécies em extinção, mas não faz referência à utilidade desta técnica para a sociedade nos casos de infertilidade humana. No segundo exemplo o texto apenas relata a prática experimental da clonagem da ovelha Dolly, mas não explicita os

métodos utilizados nem clarifica as etapas e o porquê das decisões tomadas. Não revela ao aluno o que aconteceu com a ovelha Dolly, nem confronta os resultados desta prática experimental com as possíveis utilizações da sociedade revelando as vantagens e limites da sua aplicabilidade.

Os indicadores A5 e A6 apresentam apenas, cada um, uma evidência. O indicador A5, *relacionado com exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*, encontra-se presente na subunidade “importância da água para os seres vivos” e no conteúdo didático “poluição da água”. Os alunos são informados das causas da poluição da água, sendo, uma delas, os produtos químicos resultantes da indústria e da agricultura. Uma das imagens que acompanha o texto explica que os produtos químicos infiltram-se nos solos e contaminam as águas subterrâneas. Nesta informação está explícita a relação sociedade – ambiente. O texto informa também que há cada vez mais conhecimento científico e meios tecnológicos que se podem aplicar na protecção das reservas da água e sugere o controlo do uso de adubos e pesticidas na agricultura. Dá como exemplo de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia, a agricultura biológica e, embora não exponha como funciona e quais as técnicas utilizadas, refere que não utiliza produtos químicos nas plantações e que permite minimizar estes problemas relacionados com a poluição da água.

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 encontra-se presente na subunidade “as rochas, o solo e os seres vivos” num episódio também relacionado com a agricultura biológica. O texto refere que:

Durante séculos, as técnicas agrícolas respeitaram o solo e o tempo natural de crescimento e colheita das plantações. Mas, nas últimas décadas, aplicaram-se técnicas que permitiram obter produções muito elevadas, embora com graves prejuízos para o solo e para a água (...) Actualmente a, agricultura biológica procura recuperar práticas tradicionais e incluir novas tecnologias (...) pretende manter a produtividade do solo e da cultura, utilizando a rotação de culturas, fazendo a adição de estrume, leguminosas, detritos orgânicos, rochas ou minerais triturados, procedendo ao controlo de pragas pelo recurso a outras espécies animais, evitando-se assim o uso de fertilizantes e pesticidas químicos (p. 209).

Este episódio apresentado de uma forma explícita começa por informar o aluno do problema que existe na actualidade com o uso desmedido do solo e da preocupação que o Homem tem com a sua correcção e conservação. Perante este problema, o texto sugere exemplos de tecnologias que permitem minimizar este problema relacionado com a produtividade do solo. O texto informa de forma explícita o aluno sobre as

vantagens da aplicação da ciência e da tecnologia e refere ainda que os portugueses consomem cada vez mais produtos sem químicos, valorizando a qualidade dos alimentos e portanto, estão explícitas as vantagens que o conhecimento científico e tecnológico tem na sociedade e no ambiente, bem como os impactos positivos que a agricultura biológica tem na sociedade e no ambiente.

Relativamente aos indicadores que evidenciam a dimensão B (Actividades de Ensino/Aprendizagem) encontram-se 6 evidências do indicador B2 e 2 evidências do indicador B4.

Um exemplo do indicador B2 relacionado com *actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*, aparece na Introdução e relaciona-se com as espécies em vias de extinção. É proposta uma actividade de pesquisa na internet, de espaços nacionais e internacionais, onde sejam recriadas as condições naturais para a reprodução e reintrodução de algumas espécies em vias de extinção. A actividade envolve um trabalho de recolha de dados e uma de uma apresentação dos resultados em PowerPoint ou num artigo. O texto que está antes da proposta da actividade fornece informação de que em Portugal existem espaços como o Oceanário de Lisboa com conhecimento científico e tecnológico para recriar habitats de água salgada e de água doce. Na realização desta actividade poderão ser levantadas questões tais como “quais as vantagens do conhecimento científico e tecnológico para a reprodução de espécies em extinção? ”; “quais são os benefícios para a Sociedade e para o Ambiente com a criação de espaços como o Oceanário de Lisboa?”, em que a interacção Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente se manifestam, contudo, a actividade não sugere ao aluno quais as informações que deve procurar, tratando-se, por isso, de um episódio implícito. Para a recolha de dados são propostos sites na internet, que o aluno pode consultar. A apresentação dos resultados recolhidos pelo aluno permite a partilha de conhecimento entre os alunos e o respeito pelo trabalho dos colegas.

Veja-se um outro episódio explícito que se encontra numa secção de formação cívica. É proposto ao aluno um trabalho de divulgação de uma campanha de protecção do ambiente. Na actividade proposta o aluno tem de recolher dados/elementos relacionados com “comportamentos amigos do ambiente”, tem de construir cartazes com esses elementos e textos que sensibilizem os outros acerca da importância de campanhas como esta para a preservação/respeito com o ambiente e, por último, tem de

afixar os cartazes na escola. Para a recolha desses elementos são sugeridos aos alunos recortes de revistas ou jornais, folhetos, embalagens, etc. A recolha deste tipo de informação e a produção de cartazes e textos com esses elementos por parte dos alunos permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada perante problemas actuais e compreender as relações, quando orientadas, entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, que podem interferir nas vidas pessoais e no futuro dos alunos.

Um episódio explícito do indicador B4, que está *relacionado com situações de aplicação ao dia-a-dia de novos conhecimentos*, é o que se encontra no tópico a qualidade da água. A proposta de actividade vem no seguimento dos processos de tratamento da água, e é colocada na secção de “ Já sabes?” a partir da seguinte situação: “ Muitas vezes as mães fervem os biberões e as chupetas dos seus bebés durante uns minutos antes de serem utilizadas. Explica a razão deste procedimento.” (p. 157). Desta forma os alunos são confrontados com uma situação que ocorre no quotidiano, podendo com esta situação transferir conhecimento científico para situações novas, o que permite desenvolver competências complexas, de elevado nível de abstracção traduzidas, por exemplo, na capacidade do aluno em distinguir, relacionar, interpretar, explicar uma situação nova com os conhecimentos adquiridos, fazer sínteses e análises).

O **manual escolar M2** apresenta 11 episódios referentes à dimensão A - Discurso/Informação facultada e 4 episódios referentes à dimensão B - Actividades de Ensino/Aprendizagem. No final das unidades didácticas, embora não em todas, faz referência à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Da dimensão A estão contempladas evidências dos indicadores A1, A2, A4, A5 e A7, sendo os indicadores A1 e A4 os mais representativos, com 3 episódios cada, seguidos pelos indicadores A2 e A5, com 2 episódios, e pelo indicador A7, com apenas um episódio. No que concerne à dimensão B, apenas é contemplado o indicador B2, com 4 evidências.

Os episódios do indicador A1, relacionado com *a exploração dos tópicos de ciências em função da utilidade social*, encontram na unidade “A água, o ar; as rochas e o solo – Materiais terrestre” – na qual são abordados tópicos como “a importância da água para os seres vivos”, “a importância do ar para os seres vivos” e “ as rochas, os solos e os seres vivos. Estes episódios que se vêm explorados de forma idêntica no manual M1 não serão novamente referidos.

Relativamente ao indicador A2 que contempla a necessidade de *mostrar que o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas,*

religiosas e económicas, veja-se, por exemplo, o episódio presente na classificação dos seres vivos, na página 123 do manual. No texto é dada relevância à classificação dos seres vivos como “ (...) um instrumento de trabalho universal utilizado pelos cientistas e pelas cientistas para facilitar a comunicação dos conhecimentos (...) o trabalho dos cientistas e das cientistas está repleto de êxitos e fracassos. As suas descobertas são o resultado de muitos anos de estudo e persistência e, frequentemente são criticados pela sociedade.” (p. 123). O episódio é explícito pois o texto revela ao aluno que os cientistas são homens e mulheres que trabalham para um mesmo fim e que por vezes o seu trabalho é pressionado por diversos factores.

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*, toma-se como exemplo de relações CTSA implícitas o que se encontra numa secção CTSA no final da unidade “Importância do ar para os seres vivos”. A evidência do indicador A4 aparece na sequência de um texto informativo relacionado com a poluição do ar e da necessidade da sua preservação. O texto refere que “ (...) a acumulação de poluentes atmosféricos tem consequências na saúde humana e no ambiente, como o aquecimento global, as chuvas ácidas e a redução da camada de ozono (...) devemos utilizar energias renováveis, utilizar os transportes públicos, evitar a desflorestação e evitar os incêndios florestais (...) “ (p. 102). O episódio é implícito pois o texto salienta a preocupação da sociedade em adoptar medidas para a diminuição da poluição atmosférica, no entanto, não refere o porquê destas medidas nem relaciona as vantagens destas para a protecção do ambiente e a qualidade de vida e apenas alerta os alunos para uma atitude responsável face à protecção da Terra.

Como exemplo de uma evidência do indicador A5 relacionado com *exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*, neste manual apresenta-se a curiosidade da secção denominada “sabias que...”. O aluno é informado que os pulgões são o petisco preferido da joaninha e que esta é utilizada na agricultura biológica. O episódio é implícito pois o texto refere que a agricultura biológica é utilizada na vivência do dia-a-dia e que protege o solo, pois utiliza adubos naturais, contudo não menciona quais as técnicas utilizadas neste tipo de agricultura e quais as vantagens da agricultura biológica para a sociedade e para o ambiente. Seria importante referir que, antes de recorrer à agricultura biológica os solos são previamente analisados e que, para isso, são necessárias tecnologias recentes.

No que concerne à dimensão B, tome-se como exemplo do indicador B2 – *propõe actividades 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, uma actividade relacionada com a importância da água para os seres vivos. É apresentada uma proposta de trabalho de grupo no qual os alunos têm de interagir com os colegas para desenvolver um projecto de pesquisa intitulado “ A água no meu conselho”. Para a realização do projecto, sugere-se aos alunos que consultem outra página do manual, onde são apresentadas as seguintes etapas: Problema/tema de pesquisa e de intervenção; Subtemas – O trabalho em grupo; Pesquisa e intervenção; Relatório-Produção-Apresentação; Divulgação do projecto. Para o trabalho de pesquisa são dadas informações aos alunos sobre os aspectos que o projecto pode abordar tais como: proveniência da água; a água como suporte de vida; Consumo per capita e evolução do consumo num período de tempo; necessidades locais da água em termos de utilização e tratamento; visita as estações de tratamento (ETA e ETAR); importância dos cursos de água para o progresso do conselho (perspectiva histórica, médica e social); histórias populares, lendas, poemas, monumentos (sentido histórico e estético); poluição hídrica, consequências para a saúde e vida das populações, intervenção individual e comunitária para a prevenção e solução de problemas detectados. Esta proposta de actividade é um exemplo de um episódio explícito pois as orientações de pesquisa apelam ao pensamento crítico do aluno, permitem interpretar questões onde se manifesta a interacção da ciência, da tecnologia na sociedade e no ambiente estimulam o aluno a intervir, solicitando que apresente soluções para os problemas identificados.

O **manual escolar M3** apresenta 29 episódios referentes à dimensão A - Discurso/Informação facultada e 8 episódios referentes à dimensão B - Actividades de Ensino/Aprendizagem. A dimensão A, neste manual, é contemplada por evidências de 5 indicadores que são o A1, A4, A5, A7 e o A9, sendo indicador A9 o mais representativo, com 15 episódios, seguido pelo indicador A1, com 6 episódios, e pelos indicadores A4, A5 e A7 com 4, 3 e 1 episódios, respectivamente. No que concerne à dimensão B, apenas é contemplado o indicador B2, com 8 evidências.

Relativamente à dimensão A, vejam-se alguns episódios referentes, por exemplo, aos indicadores A1, A4, A5 e A9.

Como exemplos de episódios que contemplam o indicador A1 relacionado com *exploração dos tópicos de ciências em função da utilidade social*, tomem-se os seguintes, que se encontram na unidade “Diversidade nas plantas”. O primeiro aparece num pequeno texto acompanhado por uma imagem sugestiva. O texto é claro quanto às

propriedades medicinais de uma planta muito comum, que existe no nosso país – a deladeira – onde pode ler-se o seguinte: “ 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” (p. 72). A acompanhar o texto aparece uma imagem da referida planta, juntamente com uns comprimidos que são produzidos a partir da planta. O episódio é apresentado de forma explícita pois a informação fornecida ao aluno permite explorar os tópicos de ciências, nos quais está presente o conhecimento científico e tecnológico em função da utilidade social. Um segundo exemplo deste indicador aparece, como uma curiosidade, numa outra página do manual e embora não de uma forma tão explícita como o primeiro, também explora os tópicos de ciências em função da utilidade social. Relaciona-se com as plantas com flor, e informa o aluno que muitas flores são utilizadas como alimento na cultura oriental.

“ Apesar de pouco difundidas na nossa sociedade, a cultura oriental recorre às flores, como por exemplo à flor de lótus, como alimento. Hoje em dia, é possível comprar flores devidamente tratadas cujas pétalas podem ser ingeridas em saladas ou noutros preparados (...) Toma em atenção que nem todas as flores são comestíveis” (p. 90). As ideias contidas no texto, embora genéricas, permitem explorar os tópicos de ciências em função da utilidade social, contudo, importava salientar que as flores para fins comestíveis devem ser adquiridas de produtores especializados, que não usam produtos agrotóxicos, pois, caso contrário, poderão trazer sérios prejuízos à saúde e que, algumas flores são altamente venenosas.

Como exemplo da presença do indicador A4 que se relaciona com *o desenvolvimento de uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*, tome-se o episódio que se encontra na unidade “Diversidade nos animais”. O episódio diz respeito ao revestimento dos animais e à caça e refere que nos meados dos anos 70, centenas de milhares de focas bebés foram mortas anualmente. O texto refere que:

(...) a sua pelagem branca era procurada para a confecção de luvas, casacos e outras mercadorias de luxo (...) retiravam-lhes a pele no local, deixando o gelo coberto de cadáveres. Para impedir a acção dos caçadores, os activistas do Greenpeace pintaram o pelo dos pequenos animais com uma tinta verde não tóxica, para acabar com o valor comercial das peles (p. 26).

Este texto poderia explorar mais e de forma mais evidente o impacto da acção do Homem sobre o ambiente, bem como, o uso da ciência para resolver o problema. O texto permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante

problemas sócias e ambientais, embora o faça de forma implícita. No entanto, consideramos que da interpretação e discussão do texto, os alunos podem tomar uma posição fundamentada cientificamente face à protecção da biodiversidade dos seres vivos e perante o problema da extinção de alguns animais devido aos actos inconsequentes da sociedade. Contudo, para que isso seja viável, e quando as relações CTSA estão implícitas no discurso/textos do manual escolar, a sua percepção depende mais da acção do professor e da interpretação que este faz das relações CTSA implícitas no texto.

Em relação ao indicador A5 relacionado com *exemplos de tecnologias recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia*, encontram-se 3 evidências. Veja-se como exemplo a que se encontra incluída no texto subordinado ao sub-tema “técnicas que permitem corrigir o solo”. O texto dá exemplos de técnicas recentes aplicadas na vivência do dia-a-dia e enumera algumas como a lavra, irrigação, drenagem e adubação que são ilustradas com imagens explicativas. Neste caso, o texto é bastante explícito quanto às vantagens destas técnicas mas pouco refere as desvantagens que elas podem causar quando utilizadas de forma desmedida, é o caso da irrigação e da adubação.

Relativamente ao indicador A9, o mais identificado neste manual, que tem a ver com *informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA, bem como o pensamento crítico*, vejam-se os quatro exemplos a seguir apresentados.

Um deles aparece numa secção denominada CTSA, num texto que faz referência a uma técnica agrícola. No texto pode ler-se que:

Nem todas as culturas necessitam de solo; algumas plantas são produzidas sem ele. Hoje em dia é possível cultivar algumas plantas sem solo, recorrendo a um sistema de rega controlado, com água enriquecida com substâncias enriquecidas para a planta. Assim, preservam-se estes dois recursos preciosos (p. 116).

O texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico quando refere que a água utilizada na rega de algumas plantas é enriquecida com substâncias que lhe servem de alimento e do conhecimento tecnológico quando refere que actualmente já é possível cultivar plantas recorrendo a um sistema de rega controlado. Este episódio é explícito e informa o aluno das vantagens da utilização desta técnica para o ambiente e para a sociedade pois realça a importância desta técnica agrícola para a preservação do solo e da água, que é bens essenciais para o Homem.

Outro episódio encontra-se presente na unidade “Diversidade nos animais” e relaciona-se com a influência, das variações dos factores do meio, nos animais. Os alunos são informados que quando os factores do meio se tornam desfavoráveis, alguns seres vivos alteram o seu comportamento de modo a adaptarem-se ao ambiente e que alguns deles recorrem à migração. Relativamente à migração, o manual apresenta um o seguinte texto:

A migração corresponde ao conjunto de viagens periódicas que alguns animais fazem em busca de condições mais adequadas à sua reprodução e à sua sobrevivência (...) A cegonha-preta é uma espécie ameaçada em Portugal e Espanha que, anualmente, migra para África (...) entre 2004 e 2006, o Instituto de Conservação da Natureza realizou um estudo sobre a migração (...) foram colocados transmissores (aparelhos com capacidade de obter coordenadas através do sistema GPS) em quatro indivíduos juvenis (...) foi possível conhecer a sua rota de migração (p.56).

O texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico. A interpretação do texto permite estabelecer/compreender a relação que existe entre a ciência e a tecnologia e o contributo que estas têm no estudo da migração da cegonha-preta. No entanto, o episódio é implícito pois a exploração que é feita sobre as relações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente são pouco esclarecedoras, por exemplo, relativamente ao contributo da ciência e da tecnologia no estudo da migração desta ave e dos impactos que este estudo pode ter para o ambiente e a sociedade e em particular no conhecimento das alterações climáticas e possíveis consequências para a sociedade.

Os outros dois episódios encontram-se presentes na unidade “ Importância da água para os seres vivos”. O primeiro relaciona-se com a distribuição da água na natureza e com o ciclo da água. Depois de informados sobre a distribuição e percurso (ciclo) da água na natureza, os alunos são confrontados com uma nova informação acerca da existência de métodos capazes de produzir chuva artificial. É introduzido um título capaz de despertar a curiosidade dos alunos – China constrói centro de manipulação do clima - porém, o texto informativo que se segue contribui pouco para a compreensão das inter-relações que se estabelecem entre a ciência – tecnologia – sociedade – ambiente. No texto pode ler-se a seguinte informação: “ A China prepara-se para construir um grande centro nacional de manipulação do clima, que coordenará a criação de chuva artificial e o controlo do granizo (...) pretende-se alcançar as 50 mil milhões de toneladas por ano para proteger o país contra condições meteorológicas extremas (p. 57). O texto não clarifica de que forma o conhecimento científico e

tecnológico contribuiu para a implementação desse centro, nem quais os impactos, quer positivos, quer negativos, que poderão advir para a sociedade e o ambiente, pelo que as relações CTSA não estão evidenciadas, passando despercebidas ao aluno. No final, sugere que o aluno procure informação sobre este assunto para descobrir as suas vantagens e desvantagens, no entanto, não orienta o aluno para a procura de informação.

O segundo exemplo relaciona-se com a poluição da água e apresenta-se como uma curiosidade aos alunos. O texto apresenta informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico pois refere que:

A cor verde exagerada de um curso de água indica que existe uma quantidade exagerada de algas ou plantas aquáticas. A sua reprodução aumenta grandemente quando a água tem maior concentração de substâncias poluentes. Nestas condições deixa de existir oxigénio em quantidade suficiente para que os peixes e outros animais aquáticos possam sobreviver (...) Poluição vinda de Espanha deixa o Tejo verde. Todos os anos, ocorre proliferação de algas e de plantas aquáticas (...) nunca a situação esteve tão grave como agora. As principais causas são a poluição dos esgotos, dos fertilizantes utilizados na agricultura (...) (p.61).

No texto está presente a ideia de que a poluição dos cursos de água, em particular do rio Tejo, está directamente relacionada com várias actividades humanas (relação ciência – sociedade – ambiente), como a descarga de esgotos domésticos (relação sociedade – ambiente) e descargas industriais (relação ciência – tecnologia – sociedade – ambiente) bem como com a utilização de adubos e biocidas na agricultura (relação ciência – tecnologia – ambiente), no entanto não sugere formas de minimizar este problema. A evidência deste indicador apresentado de forma implícita exige a compreensão das inter-relações CTSA, contudo, a sua percepção, mais uma vez, depende da acção e do conhecimento que o professor tem acerca da inter-acção CTSA.

Relativamente à dimensão de análise B, neste manual, encontram-se evidências do indicador B2 *-propõe actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*, com 8 indicadores. Tome-se um exemplo contemplado na página 92 do manual, na unidade “ Importância do ar para os seres vivos”. Este exemplo diz respeito à poluição do ar; inicia-se com uma questão/problema: Deve-se proibir a entrada de automóveis nas cidades? Seguindo-se um pequeno texto introdutório que relata que em algumas cidades como Londres, foram criadas portagens para evitar a entrada excessiva de automóveis em determinadas zonas e que, em Portugal, esta possibilidade começou já a ser estudada. São também

apresentadas manchetes de jornais tais como “ Ministro do Ambiente admite portagens para entrar nas cidades de carro” e “ Autarca contra portagens à entrada da cidade”, que promovem o pensamento crítico nos alunos. A actividade proposta aos alunos envolve a turma dividida em vários grupos de trabalho e é sugerido que cada grupo assuma um dos seguintes papéis: ecologista, cidadão comum, comerciante e defensor dos transportes públicos. São dadas orientações de trabalho para os vários grupos, que são explícitas a nível de planeamento da actividade e intencionais quanto à promoção da Educação CTSA. É sugerido aos alunos que listem os argumentos que defendem a opinião do grupo, comparem a opinião do seu grupo com a dos restantes, discutam os argumentos de cada um dos grupos e que respondam, em conjunto com toda a turma, ao problema inicial. A actividade também orienta os alunos na pesquisa de informação, pois sugere pistas para que eles possam investigar, tais como: Em cidades com restrições à entrada de automóveis, o comércio melhorou; Algumas cidades têm testado combustíveis pouco poluentes nos transportes públicos; Quem trabalha na cidade, mas vive fora dela, despende muito dinheiro nas deslocações com veículo próprio. Nestas pistas de pesquisa está presente a interacção CTSA. Este tipo de actividade de simulação da realidade, leva o aluno a pôr-se no lugar do outro.

O **manual escolar M4** apresenta 15 episódios referentes à dimensão A - Discurso/Informação facultada e 4 episódios referentes à dimensão B - Actividades de Ensino/Aprendizagem.

Na dimensão A, o indicador com mais destaque é o A4 com 5 episódios/evidências, seguido pelos indicadores A1 e A9 com 3 evidências cada um. Os indicadores A5, A6 e A7 apenas contemplam uma evidência.

À semelhança dos manuais M2, M5 e M6, a consideração da perspectiva CTSA, neste manual escolar, não perspectivada ao longo das várias unidades didácticas e de forma integrada nos conteúdos. O manual M4 está organizado em secções como: recordo; realizo; já sei; já aprendi e testo o que já sei. Algumas secções “realizo” ocupam uma página inteira. É nestas secções “realizo...uma tomada de posição ambiental” e “ realizo...uma actividade de discussão”, que predominam evidências de indicadores das dimensões A e B, respectivamente.

Vejam-se alguns exemplos dos indicadores da dimensão A mais contemplados neste manual.

Como primeiro exemplo do indicador A4 que se relaciona com *o desenvolvimento de uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante*

problemas sociais e ambientais, referencia-se no final da unidade “Importância da água para os seres vivos” um episódio que ocupa uma página do manual, e tem a ver com “a água e as actividades humanas/poluição da água”. São apresentados aos alunos dois textos informativos, um relacionado com a implementação de um projecto para reduzir a poluição do rio Leça e outro relacionado com o consumo e poluição da água pela agricultura portuguesa.

O primeiro refere que se trata de um projecto ambiental que pretende ligar as habitações à rede de saneamento, mas que é caro e demorado. Porém, não informa os alunos de quais as condições e/ou entidades implicadas para a sua implementação, nem quem são as instituições que poderão financiar este projecto. Refere também que “Entretanto já foram limpos oito quilómetros de margens do rio, de onde foram retiradas mais de 120 toneladas de resíduos verdes, cerca de duas dezenas de toneladas de resíduos indiferenciados e duas centenas de quilos de sucata” (p. 185). Está implícita a ideia de que a poluição do rio Leça está directamente relacionada com o lixo e resíduos produzidos pela população residente (relação sociedade – ambiente), contudo, não sugere atitudes para promover a educação dos cidadãos. Embora não apresente informação clara e precisa do conhecimento científico e tecnológico, permite, de certa forma, desenvolver uma atitude crítica perante problemas sociais e ambientais.

O segundo texto apresentado, um pouco mais explícito do que o primeiro quanto a relações CTSA, descreve que uma das causas da poluição e desperdício da água é a agricultura portuguesa. O texto refere que “Uma maior utilização de adubos químicos e o aumento da criação de animais (...) tem poluído reservas de água: albufeiras, rios e lençóis de água subterrâneos (...) Embora exista um código de boas práticas agrícolas, nem sempre os agricultores conseguem reduzir os gastos de água.” (p.185). O texto refere também que existem sistemas agrícolas que preservam a paisagem e a biodiversidade como é o caso dos lameiros que aproveitam a abundância de água e dos montados que poupam água onde ela é mais rara. Apesar da exploração do texto ser insuficiente, está presente a ideia da preocupação do binómio qualidade-quantidade de água. Esta informação permite aos alunos opinar com fundamento face aos vários tipos de agricultura existentes em diferentes zonas de Portugal, relacionando as características do meio com as culturas agrícolas e metodologias adequadas, no entanto é descurada a ideia de exemplos de sistemas agrícolas menos poluentes.

Vejamos outros dois episódios, mas, agora, do indicador A9 relacionado com *informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA bem como o pensamento crítico, e*

que se encontra no final da unidade “Diversidade nas plantas”. É apresentado aos alunos o título “As plantas, o ambiente e a conservação da natureza”, seguido de dois pequenos textos informativos, o primeiro com o subtítulo “produção de biocombustível” e o segundo com o subtítulo “a destruição da Amazônia”.

Relativamente ao primeiro texto que relata o uso de diferentes combustíveis ao longo dos tempos e a produção biocombustível de alguns países, pode ler-se:

Há um século, o primeiro automóvel de Henry Ford funcionava a álcool e o de Rudolf Diesel a óleo de amendoim. Não existia gasolina. O regresso do álcool (etanol) como combustível, especialmente misturado com gasolina, ocorreu em 2000 (...). Em 2006, os EUA produziram 18,3 mil milhões de litros de álcool a partir de milho e em 2005, o Brasil produziu 15 mil milhões de litros a partir da cana-de-açúcar. Outro biocombustível é o biodiesel: em 2005, a Alemanha produziu 1,8 mil milhões de litros a partir de colza e Portugal produziu 0,1 mil milhões em 2006 (...). O uso de biocombustível é mais amigo do ambiente do que o uso de gasolina ou de gasóleo. Porém, a sua produção ainda trás desvantagens, tais como o desvio de alimentos para fabricar combustíveis num mundo que ainda passa fome, e a desflorestação e destruição de habitats devido à necessidade de novos campos de cultivo (p. 127).

O texto apresenta informação que fomenta a compreensão das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. A informação é explícita relativamente ao porquê do uso do biocombustível em detrimento do uso de gasolina ou de gasóleo (relação ciência – ambiente), relativamente às consequências dos combustíveis poluentes para o ambiente e para a sociedade (relação ciência – sociedade – ambiente) e relativamente às vantagens e desvantagens da produção de biocombustível, quer para a sociedade, quer para o ambiente (relação ciência – tecnologia – sociedade – ambiente). Consideramos que a exploração e interpretação desta informação podem conduzir à compreensão das inter-relações CTSA bem como ao pensamento crítico dos alunos.

Quanto ao segundo texto que aborda a destruição da Amazônia, consideramos que a exploração do texto é insuficiente pois, apenas refere a pecuária brasileira como a principal causa da desflorestação da floresta amazónica. No texto pode ler-se que:

Investigações da Greenpeace sobre a indústria pecuária brasileira revelam que marcas, de fama mundial, de desporto, vestuário, supermercado e automóveis contribuem, ainda que indirectamente, para a desflorestação da floresta amazónica. Este estudo investigou a produção de carne, couro e de outros produtos bovinos em quintas relacionadas com a desflorestação ilegal e com a invasão de áreas protegidas ... (p. 127).

O texto realça a relação que se estabelece entre a sociedade e o ambiente, mas descarta a relação que está patente entre a sociedade e a tecnologia, pois o aumento desta

produção está directamente relacionado com a procura da sociedade por produtos que recorrem a materiais com custos ambientais. Consideramos que este é um exemplo de um episódio implícito, pois o texto poderia explorar de forma mais evidente a relação que se estabelece entre a tecnologia e o consumo da sociedade actual, bem como as consequências deste consumo para o ambiente.

Relativamente à dimensão B, apenas se encontram episódios/evidências do indicador B2, relacionado com a *proposta de actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*. Estes episódios que se vêm explorados de forma idêntica no manual M1, M2 e M3, não serão novamente referidos e analisados.

O **manual escolar M5** apresenta 13 episódios referentes à dimensão A - Discurso/Informação facultada e 3 episódios referentes à dimensão B - Actividades de Ensino/Aprendizagem.

A dimensão A é contemplada com episódios/evidências dos indicadores A1, A4, A5, A6 e A9, sendo o indicador A4 o mais identificado, com 6 episódios, e os indicadores A5 e A6 os menos identificados, com apenas um episódio cada. No que concerne à dimensão B, apenas se identifica o indicador B2 com 3 episódios/evidências.

Este manual apresenta apenas mais uma evidência/episódio que o manual M2 e quase todos explorados de forma implícita e insuficiente. É possível encontrar algumas evidências de indicadores referentes às dimensões A e B nas secções “Cidadania em acção”. Vejam-se algumas evidências/episódios referentes, por exemplo, aos indicadores A4, A6 e A9.

Como exemplo de um episódio referente ao indicador A4, que se relaciona com o *desenvolvimento de uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*, tome-se o existente no final da unidade “Importância da água para os seres vivos”. Assim, numa página do manual pode ler-se:

A água potável é um recurso cada vez mais limitado, devido ao aumento da poluição...um litro de gasolina contamina mais de 750 milhões de litros de água potável...o uso em excesso de pesticidas polui nas águas subterrâneas e afecta gravemente a nossa saúde e o meio ambiente...todos os esgotos devem ser tratados, antes das descargas, em ETAR (...)
(p. 144).

Os conteúdos científicos são apresentados de forma “mecanizada” como “ciência pura”, a sua aprendizagem assume um carácter essencialmente disciplinar, onde não se manifesta a interacção CTSA, sendo, portanto, um exemplo de um episódio implícito. Nesta unidade, na sua grande maioria, os conteúdos de ciências são explorados isolados de outros campos do saber e são raras as relações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, contrariando assim própria natureza deste tema tão controverso.

Outro episódio que poderia ser promotor de uma educação CTSA aparece no final da unidade na página 156 do manual. É apresentado aos alunos um texto informativo, ilustrado com a imagem de uma torneira que pinga, e que apela à intervenção dos alunos como cidadãos mais responsáveis perante a poluição e consumo desmedido da água:

A poluição tem de ser controlada e isso é um esforço de todos nós. O lixo sólido que contamina a água e que provoca a morte de muitos organismos é uma causa de poluição da água (...) torneiras a pingar, fugas numa boca de rega (...), rega das plantas durante o dia, na altura de maior calor, são desperdícios que devemos combater (...) a conservação da água passa por um conjunto de medidas que vão desde a educação das populações ao tratamento das águas residuais, ao reflorestamento e à poupança da água (p. 156).

O texto é pouco explícito e diversificado quanto às causas da poluição da água, e não evidencia a responsabilidade da sociedade no consumo e poluição da água e não está ilustrado o papel da ciência nem da tecnologia. No entanto, consideramos que, o discurso utilizado, embora seja insuficiente, apela à mudança de atitudes perante o ambiente e o consumo, e procura estimular a clarificação de valores e de atitudes relacionados o ambiente e a conservação da água.

Relacionado com o indicador A6 é possível encontrar um episódio explícito no tema “A célula e a classificação dos seres vivos”. De todos os manuais este é o que melhor explora este episódio. O indicador A6, *relacionado com as vantagens e limites da aplicação da Ciência e da Tecnologia e os seus impactos na Sociedade e no Ambiente* é contemplado num texto que informa os alunos acerca da clonagem de seres vivos, das suas possíveis aplicações, vantagens e limites científicos que lhe são inerentes. O texto informa os alunos que a clonagem é um processo em que, a partir de uma célula, são produzidas cópias de um ser vivo. Mais informa que este processo pode ser natural (o caso das bactérias e alguns seres vivos unicelulares) ou artificial com a

intervenção do Homem. Está presente o papel da ciência e da tecnologia na descoberta de novas técnicas reprodutivas. O texto expõe o papel do conhecimento científico e tecnológico na clonagem de seres vivos ao longo dos tempos. Vejamos:

Já desde o século XIX que se utilizam técnicas de clonagem na produção de flores (...) a primeira experiência de clonagem de animais que teve sucesso ocorreu no ano de 1996 (...) o cientista (...) Ian Wilmut conseguiu clonar uma ovelha adulta (a ovelha Dolly). Após esta experiência vários animais foram clonados (...) uma possível aplicação da clonagem é a preservação de animais em vias de extinção. Outra é o desenvolvimento de animais resistentes a algumas doenças (...) uma aplicação da clonagem que tem gerado muita polémica está relacionada com a clonagem de seres humanos: Será legítimo clonar células humanas para tratamento de doenças (...)? Será legítimo clonar um ser humano? Clonar alguém que morreu? Clonar uma criança para que possa fornecer um órgão a um irmão (...)? Ainda há alguns limites científicos à clonagem de seres humanos (...) A igreja opõe-se à realização à realização de experiências relacionadas com a clonagem do ser humano. Também alguns governos as proíbem, por considerarem um desrespeito pela dignidade e individualidade de cada pessoa (p. 134-135).

Na interpretação/análise do texto informativo acerca da clonagem, estão explícitas algumas vantagens da aplicabilidade da ciência e da tecnologia relativas à clonagem e dos seus impactos na sociedade e no ambiente. O texto também alerta os alunos para os limites da aplicabilidade da ciência e da tecnologia e dos seus impactos na sociedade. O episódio é, por isso, bastante explícito quanto às relações CTSA.

Um episódio referente ao indicador A9, *relacionado com informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA, bem como o pensamento crítico*, está evidenciado na unidade “Diversidade nas plantas”, onde é apresentado um texto sobre um banco mundial de sementes que evidencia o papel da ciência e a utilidade das plantas para a Humanidade. Neste contexto, transcreve-se o seguinte excerto:

As plantas têm diversos usos para a Humanidade, desde a alimentação, à produção de medicamentos, roupas e adereços de moda. As plantas produzem o seu próprio alimento e uma parte do oxigénio que respiramos, através da fotossíntese, e são elas que permitem a existência de outros seres vivos (...) as plantas são tão valiosas que desde 2008 está a ser criado um banco mundial de sementes (...) a cerca de 1000 km do Pólo Norte, para que em caso de catástrofe ou extinção, seja possível recuperá-las. Depósitos de sementes de diversos países de mundo contribuíram para este projecto. Mais de 250 mil amostras já se encontram armazenadas (...) três grandes depósitos foram cavados no interior de uma montanha (...) os depósitos estão protegidos por espessas paredes de betão, porta blindada e sistema de alarme (...) os depósitos situam-se a 130 metros acima do nível do mar (mesmo que parte da calote polar derreta, eles continuarão secos) e foram construídos de forma a resistir a uma guerra nuclear (p. 108).

É dada relevância ao esforço humano na tentativa de encontrar possíveis soluções quer para a sociedade, quer 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, referindo, também, que, mais de 250 mil amostras já se encontram armazenadas. Porém, a informação é pouco explícita, pois sendo este o maior banco de sementes mundial capaz de assegurar uma grande diversidade de plantas úteis e cereais, o texto deveria esclarecer que o depósito foi pensado para, no caso de uma catástrofe global (fome mundial devido à extinção de sementes alimentares), possibilitar a alimentação da humanidade (relação ciência – tecnologia - sociedade - ambiente). Este projecto visa proteger milhões de sementes alimentares e preservar a diversidade vegetal mundial, que tem sido ameaçada pelas catástrofes naturais, guerras e alterações climáticas (relação sociedade - ambiente).

A dimensão B, neste manual, está representada pelo indicador B2 com três episódios, todos eles implícitos e insuficientemente explorados. Estes episódios que se vêm explorados de forma idêntica no manual M1, M2, M3 e M4, não serão novamente referidos e analisados.

O **manual escolar M6** apresenta 18 episódios referentes à dimensão A - Discurso/Informação facultada e 5 episódios referentes à dimensão B - Actividades de Ensino/Aprendizagem.

A dimensão A é contemplada por evidências/episódios dos indicadores A1, A4, A5 e A7, sendo indicador A4 o mais identificado, com 10 episódios. Os indicadores A1, A7 e A5 apenas contemplam 4, 3 e 1 episódios, respectivamente. Um dos episódios do indicador A1 relaciona-se com a utilidade das plantas para fins medicinais. Os restantes episódios do indicador A1, bem como o episódio do indicador A5, encontram-se nos textos que tratam temas relacionados com os tópicos de ciências sobre a importância da água, do ar e dos solos e, são abordados de forma idêntica à análise dos manuais M1, M2, M3, M4 e M5, pelo que não serão referidos. Relativamente à dimensão B, o indicador B2 é o único que regista evidências.

Neste manual, a perspectiva CTSA, encontra-se em secções próprias/estaque denominadas CTSA. É nestas secções que se encontram evidências/episódios dos indicadores referentes às dimensões A e B, essencialmente nas secções denominadas CTSA e em secções de “actividades de desenvolvimento”, contudo, os episódios referenciados reportam-se quase sempre a problemas ambientais, sendo por isso, o indicador A4, aquele que mais registos evidencia.

Vejam-se alguns episódios referentes, por exemplo, aos indicadores A4 e A7.

Como exemplo de um episódio referente ao indicador A4 que se relaciona com *o desenvolvimento de uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*, apresenta-se o que se encontra na final da unidade “ A importância da água para os seres vivos”. Veja-se o seguinte excerto:

(...) estudos recentes sobre o aquecimento global do planeta dão-nos conta de alterações na temperatura, na distribuição das chuvas ao longo das estações e na ocorrência de ventos fortes (...) o aumento da temperatura da temperatura global tem graves consequências na distribuição da água na natureza e poderá pôr em causa a sobrevivência de algumas espécies animais e vegetais nos seus ambientes naturais (p. 157).

Este pequeno excerto está relacionado com o aquecimento global e evidencia características inerentes à Educação CTSA. No entanto a forma como é explorado não é a mais indicada. Os alunos são informados que o aquecimento global do planeta é responsável pelas alterações climáticas, no entanto não refere quais as causas do aquecimento global. Juntamente com o texto é apresentado um gráfico sobre as variações da temperatura global no qual é evidenciado um aumento da temperatura muito considerável nos últimos 50 anos, no entanto, o gráfico não relaciona este aumento da temperatura com as alterações da distribuição da água na natureza, e portanto, a informação contida no texto é pouco explícita.

Na página seguinte do manual, em contexto com o excerto anterior, é apresentado um pequeno texto que informa os alunos acerca do «recuo» dos glaciares. O texto apresenta informação proveniente de áreas do conhecimento científico e tecnológico. Vejamos:

Os glaciares são grandes e espessas massas de gelo que existem nas regiões polares ou no cume de altas montanhas (...) os glaciares estão a reduzir a sua extensão, parecendo «recuar», por causa do degelo provocado pelo aumento da temperatura global do planeta. Os registos dos satélites da NASA mostram que, entre 1996 e 2005, a diminuição da espessura de gelo foi o dobro da registada entre os anos 1979 e de 1996 (...) em 2050, o glaciar de Upsala, na Patagónia pode deixar de existir. Globalmente, o «recuo» dos gelos poderá ter efeitos sobre 85% dos glaciares de todo o mundo e pode provocar uma significativa subida do nível das águas dos oceanos resultante do degelo (p. 158).

Porém, não explicita quais as causas do aquecimento global, que consequências advêm para a sociedade do problema ambiental do recuo dos glaciares. No entanto, apesar das ideias serem muito gerais, o aluno ao interpretar o texto poderá compreender

que existe uma relação directa entre o aquecimento global do planeta (cujas causas não são referidas) e a alteração provocada no Ambiente (o recuo dos glaciares). Desta forma, o texto poderá permitir desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas ambientais que preocupam a sociedade.

Um outro episódio do indicador A4 apresenta-se na página seguinte, numa secção CTSA. O discurso facultado aos alunos, neste episódio, apenas apresenta informação acerca da qualidade da água no nosso país e é acompanhado pela imagem de um mapa acerca da distribuição da qualidade das águas superficiais. Veja-se a seguinte transcrição:

Após a realização de análises às águas do nosso País, em 2005, verificou-se que apenas 18% das águas dos nossos rios, ribeiras e albufeiras (reservatórios de água) apresentavam boa qualidade (...) não houve um único curso de água que apresentasse muito boa qualidade. No litoral centro e norte, muitos cursos de água apresentam graus elevados de poluição. Também por essa razão a qualidade da água em alguns locais, como por exemplo na região do Vale do Tejo, é muito má (p. 159).

O texto não relaciona a distribuição da qualidade da água em Portugal com, por exemplo, as actividades humanas desenvolvidas de norte a sul do país, a densidade populacional existente nas diferentes zonas, a localização de zonas industrializadas e a exploração agrícola e pecuária existente. Não é explícito o relacionamento entre o desenvolvimento científico-tecnológico e a distribuição da qualidade da água em Portugal e as consequentes repercussões para a sociedade e ambiente. Sendo assim, a informação contida no texto é pouco explícita e a forma como está explorada é considerada insuficiente para permitir desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada perante a qualidade da água existente no nosso país.

Em relação ao indicador A7, que tem a ver com *a identificação de diferentes realidades tecnológicas evidenciando o modo como elas mudam a forma de viver das pessoas*, tome-se como exemplo os textos sobre o contributo do microscópio para a evolução das ciências da vida e sobre a importância do microscópio electrónico, incluídos no final da unidade “A célula e classificação dos seres vivos”.

Os textos informam o aluno que a mudança e o avanço do conhecimento no campo da medicina, da biotecnologia e noutros domínios se devem à evolução das diferentes realidades tecnológicas.

O primeiro texto relata que, ao longo dos tempos, devido ao trabalho dos cientistas se construiu e se aperfeiçoou o microscópio que permitiu alargar o conhecimento científico. No texto pode ler-se que:

Durante o século XVII, construíram-se vários microscópios, mas as imagens eram ainda muito deformadas e pouco nítidas. Nesta época, distinguiu-se um naturalista inglês, Robert Hooke (1635-1703), com o seu microscópico rudimentar. (...) Leeuwenhoek (1632-1723) (...) construiu centenas de microscópios simples (...) o seu trabalho foi de grande interesse para a Ciência. A partir do século XI, o desenvolvimento do microscópio foi rápido, embora só na segunda metade desse século se ficasse a saber que todos os seres vivos são constituídos por células (p.116).

O segundo texto, relacionado com a importância do microscópio electrónico, informa claramente os alunos que a sociedade beneficia com a evolução da ciência e da tecnologia, embora não esclareça quais poderão ser esses benefícios, quando refere que:

Em meados do século XX apareceu o microscópio electrónico (...) permitindo assim observações que não eram possíveis com os microscópios ópticos. (...) Actualmente, estão a aparecer microscópios de avançada tecnologia e novas e variadas técnicas de observação que permitem o avanço do conhecimento das Ciências da Vida, como acontece no campo da medicina, da biotecnologia e noutros domínios. A ciência e a tecnologia estão sempre a evoluir e a trazer benefícios para a sociedade, melhorando a qualidade de vida do Homem (p. 117).

A interpretação do texto, poderá levar o aluno a compreender que a descoberta da cura de várias doenças (benefício da sociedade) ou pragas (benefício do ambiente e sociedade) se devem ao aperfeiçoamento do microscópio e que o aumento da qualidade de vida do Homem é fruto destas diferentes realidades tecnológicas.

Um outro exemplo que contempla este indicador (A7), ainda que de forma implícita, encontra-se numa outra página do manual, numa secção CTSA, e relaciona-se com a classificação dos seres vivos. O texto informa os alunos que com o avanço da tecnologia e do aperfeiçoamento do microscópio foram descobertos novos seres que devido às suas características não podem ser incluídos na classificação dos seres vivos em cinco reinos proposta por Whittaker. No texto pode ler-se:

O avanço das tecnologias e das técnicas de observação microscópicas permitiu a descoberta dos vírus, seres muito pequenos só visíveis ao microscópio electrónico. Os vírus são difíceis de classificar porque tanto apresentam características de vida (...) como se comportam como seres não vivos (...) A sua descoberta originou a necessidade de outro sistema de classificação. Criou-se o reino dos vírus. Há vírus que atacam células de plantas (...) outros atacam células animais, como os vírus da gripe ou da sida – VIH (p. 131)

O texto realça a necessidade de que houve em incluir os vírus noutra Reino, no entanto, também deveria valorizar a importância que o avanço das tecnologias teve para a qualidade de vida e saúde do Homem, bem como para protecção dos animais e das plantas. Neste texto, consideramos que a apropriação dos conteúdos científicos não é feita correctamente pois refere a criação e existência do reino dos vírus. Além disso, os alunos não são levados a constatar o carácter provisório do conhecimento científico e que o conhecimento que o Homem tem acerca dos vírus não tem um fim em si mesmo, pois o aparecimento de novas viroses na sociedade e no ambiente exige um contínuo aperfeiçoamento de novas realidades tecnológicas.

Na mesma página, onde se constata a evidência do indicador A7, relacionada com a importância do microscópio electrónico, encontra-se também uma evidência do indicador B2, relacionado *com actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*. Depois do texto, é proposta uma tarefa que é orientada pela técnica de inquérito por questionário, que contempla questões que encorajam o aluno a levantar ideias sobre o problema apresentado e que permitem que se estabeleçam relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Nestas questões, embora pouco exploradas, existem orientações para análise e interpretação desejada, como por exemplo: “Que importância teve a descoberta do microscópio electrónico para a evolução da ciência?” e “Que benefícios podem o Homem tirar do avanço das Ciências da Vida?” Espera-se que os alunos reconheçam a importância do desenvolvimento tecnológico para o avanço da ciência (relações ciência – tecnologia), e quais os benefícios para a sociedade e ambiente (relações ciência – tecnologia – sociedade – ambiente).

Também a exploração do texto sobre a qualidade da água em Portugal, já referido, é feita com uma proposta de actividade em que se identifica a presença mal explorada do indicador B2. É pedido aos alunos que observem o gráfico circular de percentagem da qualidade da água em Portugal, juntamente com o mapa da distribuição dessa água no nosso país. A estratégia utilizada nesta proposta de actividade consiste na leitura e interpretação do gráfico recorrendo, no entanto, a um conjunto de questões factuais, o que não contribui para a educação CTSA. Aparecem questões como: “Qual é a percentagem de água muito má representada no gráfico? Qual é a percentagem de água boa representada no gráfico? Como se poderão explicar esses resultados? Em que

região do país foram efectuadas menos análises às águas? Justifica a tua resposta com os dados da figura” (p. 159). Estas questões não orientam os alunos na interpretação das relações CTSA. Não permitem estabelecer as relações da distribuição da qualidade da água em Portugal com as actividades humanas desenvolvidas de norte a sul do país, com a densidade populacional existente nas diferentes zonas, com a localização de zonas industrializadas e com a exploração agrícola e pecuária existente. Existem apenas duas questões que de forma implícita apela à mobilização dos alunos para intervirem socialmente através Câmara Municipal e que pode levar o aluno a ter um papel activo na protecção do ambiente que é:” Sabes se a tua Câmara Municipal utiliza alguma mensagem para estimular as populações a respeitarem a qualidade da água? Qual? Escreve tu outras mensagens com essa finalidade” (p. 159). Por fim, estimula o aluno a pesquisar informação acerca da Carta Europeia da Água, mas não sugere como nem porquê?

O **manual escolar M7** é o que apresenta mais episódios das duas dimensões, 52 no total, sendo 38 referentes à dimensão A - Discurso/Informação facultado e 14 referentes à dimensão B - Actividades de Ensino/Aprendizagem.

Tal como nos manuais M1 e M3, a perspectiva CTSA neste manual, encontra-se incorporada ao longo das várias unidades temáticas e de forma integrada nos conteúdos didácticos, bem como em secções denominadas CTSA e em algumas curiosidades que o manual tem.

Relativamente à dimensão A aparecem episódios/evidências dos indicadores A1, A2, A4, A5, A6, A7 e A9. O indicador mais presente é o A4 (12 episódios) seguido pelo A9 (10 episódios). Os restantes indicadores são contemplados entre 1 e 6 episódios.

Como exemplos de alguns indicadores relativos à dimensão A, vejam-se os a seguir indicados.

No que concerne, ao indicador A1, *relacionado com a exploração de tópicos de ciências em função da utilidade social*, aparece um episódio, cujo discurso, tal como nos restantes manuais, apresenta os conteúdos científicos aos alunos de forma demonstrativa e expositiva. Este episódio encontra-se na unidade “Importância do ar para os seres vivos”. O texto, acompanhado de algumas imagens, informa os alunos acerca da utilidade dos gases atmosféricos, no entanto os conteúdos apresentam carácter essencialmente disciplinar e isolados de outras áreas do conhecimento, que não apenas científico. A informação contida no texto informa o aluno que “O oxigénio é utilizado

na medicina, na reanimação de doentes com dificuldades respiratórias. Na indústria é utilizado na fundição de metais. O azoto é utilizado na indústria, em técnicas de refrigeração, no fabrico de fogo-de-artifício e na constituição de adubos químicos (...) o dióxido de carbono é utilizado na indústria e em extintores (...)” (p.193). É apresentada de forma implícita a presença da tecnologia, sem no entanto ser explorada a sua relação e dependência da ciência. O texto deveria, também, referir de forma evidente que, devido às suas propriedades, os gases atmosféricos são usados nos mais variados campos, trazendo vantagens à sociedade e ambiente, e que nada disto seria possível sem a tecnologia (relação ciência -tecnologia - sociedade -ambiente).

O indicador A2 que contempla a necessidade de mostrar que o *trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas*, apresenta 6 evidências das quais apenas 2 são explícitas. Vejamos dois episódios referentes a este indicador.

O primeiro relaciona-se com a informação incluída no texto relacionado com o trabalho da cientista britânica Jane Goodall. O texto refere que “Esta investigadora pesquisou e divulgou ao mundo as semelhanças entre os humanos e os chimpanzés (...) Jane Goodall é uma activista ambiental, que se opõe às corporações multinacionais e à alimentação geneticamente modificada (...)” (p. 85). O texto nada refere acerca das motivações pessoais da cientista, dos factores que condicionam e influenciam o seu trabalho, nem das interacções profissionais entre os cientistas. Porém, juntamente com este texto, o manual sugere o site na internet que os alunos podem consultar para saberem um pouco mais acerca desta cientista, e pela consulta do site os alunos são informados que outros cientistas não concordam com o método de trabalho de Jane Goodall. Sendo assim, este texto é um exemplo de um episódio implícito e mal explorado, pois, textos como estes poderiam ser aproveitados para mostrar o trabalho dos cientistas é, muitas vezes, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e económicas, ou pelos trabalhos de outros investigadores.

O segundo episódio aparece numa outra página do manual, num texto relacionado com outro cientista. O texto informa acerca do trabalho do divulgador científico Stephen Jay Gould e é explícito quanto às possíveis pressões religiosas que a ciência pode ter. Esta ideia está patente no seguinte excerto:” Stephen Jay Gould (...) foi convidado a dar voz a si próprio num episódio da série Os Simpsons, onde representava um cientista a manifestar-se contra fundamentalistas cristãos que insistiam em desacreditar a teoria da evolução de Darwin” (p. 138). Ainda na mesma página, o texto refere que um outro cientista português, Rómulo de Carvalho, foi um brilhante

professor de Física e Química e um dos maiores divulgadores científicos portugueses, contudo não é evidente quanto ao trabalho realizado pelo cientista, se foi ou não, desenvolvido em parceria com outros profissionais antes de ser divulgado.

A respeito do indicador A4 que tem a ver com *o desenvolvimento de uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*, vejamos, também, dois episódios.

Um deles encontra-se no início da unidade “Introdução...Biosfera”, numa secção CTSA e relaciona-se com os incêndios e suas consequências. São apresentados dois pequenos textos adaptados, um do «portal da natureza – naturlink» e outro do jornal «público». O primeiro informa os alunos sobre o impacto dos incêndios florestais na biodiversidade, porém não é explícito quanto às causas dos incêndios, tal como se pode ler nas frases que se seguem: “ Os fogos afectam a componente biológica dos ecossistemas, alterando a sua biodiversidade. Em Portugal, os incêndios reflectem prejuízos económicos muito elevados (...) perdas e danos ambientais associados à morte ou fuga de animais, à extinção de espécies vegetais, à maior susceptibilidade de pragas e a um eventual aumento da erosão do solo (...) (p. 13). Estão implícitas, por um lado, as consequências dos incêndios para a sociedade e para o ambiente mas, por outro lado, não é realçada a responsabilidade da sociedade no aumento dos incêndios quer a nível nacional, quer a nível mundial. O texto é acompanhado pela imagem de um helicóptero a sobrevoar uma paisagem devastada pelo fogo. Deste modo, embora de forma muito ténue, está implícito o papel da tecnologia no combate aos fogos. O segundo texto relata que a área ardida em Portugal quadruplicou em 2009, porém, não sugere formas de impedir ou minimizar este problema ambiental. No fundo, não estimula a clarificação de valores e de atitudes relacionadas com a protecção do ambiente.

Um outro episódio relativo ao indicador A4 encontra-se na unidade “Materiais terrestres suportes de vida” e relaciona-se com as energias renováveis. O texto apresenta informação proveniente de áreas do conhecimento científico e tecnológico, no entanto, deveria explorar de forma mais evidente as relações CTSA. No texto pode ler-se: “As energias renováveis caracterizam-se por usarem processos de produção que não emitem gases nem outros produtos tóxicos para o ambiente (...). Por outro lado, as energias não renováveis são limitadas e a sua exploração polui o ambiente (p. 169). No texto está implícita a relação ciência – tecnologia - ambiente. A informação não parte de um problema ambiental para explorar os conteúdos científicos, pelo contrário, parte dos conteúdos científicos para tentar solucionar um problema ambiental. Uma forma de

exploração do texto, segundo a perspectiva CTSA poderia ser, colocar aos alunos perante o problema sócio-ambiental, que é o da poluição do ambiente e, através dele, ajudá-los a encontrar soluções para minimizar o problema, como é o caso das energias renováveis. Juntamente com o texto, são apresentadas aos alunos duas tabelas que permitem comparar as energias renováveis (vento, energia solar, energia do mar, energia geotérmica, energia hidroelétrica e biomassa) com as energias não renováveis (carvão, petróleo, gás natural e energia nuclear) quanto à poluição e reservas de cada uma. A interpretação destas tabelas permite desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada quanto às vantagens e/ou desvantagens da utilização destas energias (relação ciência – sociedade - ambiente). Porém, o texto não refere que foi e continua a ser o uso excessivo das energias renováveis que levou o Homem a recorrer a outro tipo de energias, e portanto, não faz referência às interações CTSA. O texto, acompanhado por um gráfico referente à produção e consumo de energias renováveis nos diferentes países da Comunidade Europeia, refere também que o consumo global de petróleo tem vindo a diminuir devido ao aumento do recurso às energias renováveis, com excepção dos países asiáticos: “ (...) o consumo global de petróleo está a diminuir gradualmente (...). No entanto, o seu consumo continua a aumentar nos países asiáticos. O decréscimo global de petróleo deve-se à crescente utilização de fontes de energias renováveis” (p. 169). Contudo, não explora esta diferença que se estabelece entre os países asiáticos e os restantes países, não relaciona o desenvolvimento económico de um país, a sua densidade populacional e localização geográfica com o consumo de petróleo, por um lado, e com a produção e consumo de energias renováveis. Este episódio é apresentado de forma implícita, no entanto, consideramos que, dependendo do conhecimento que o professor tem acerca da perspectiva CTSA e da interpretação que faz do texto, é possível desenvolver nos alunos uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais.

Um outro indicador que regista bastantes episódios, 10 no total, embora 6 sejam apresentados de forma implícita, é o indicador A9. Este indicador é o segundo mais representado neste manual e refere-se à *informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA bem como o pensamento crítico*. A este respeito, vejam-se os dois exemplos a seguir apresentados.

Como primeiro exemplo, tome-se o episódio apresentado numa secção denominada «sabias que...», que se encontra na sub-unidade “ as rochas, o solo e os seres vivos” da unidade” Materiais terrestres suportes de vida”. Nesta curiosidade, ainda

que de forma implícita, podemos identificar um episódio do indicador A9. Os alunos são informados que “ As minhocas são os maiores produtores biológicos de húmus, pois 10 kg de minhocas podem transformar 1t de folhas mortas em 60 dias” (p.208). Esta curiosidade não é explorada convenientemente de forma a poder relacionar os conteúdos científicos com a tecnologia, a sociedade e o ambiente. O texto poderia explorar a informação proveniente do conhecimento científico e tecnológico se inteirasse os alunos acerca da vermicompostagem, tecnologia que utiliza as minhocas para a transformação biológica de resíduos orgânicos - húmus. Desta forma seria possível estabelecer relações entre a ciência e a tecnologia e as vantagens destas para a sociedade e ambiente.

O segundo exemplo do indicador A9 encontra-se no final da sub-unidade “as rochas, o solo e os seres vivos” e, apresenta informação de índole CTSA. É apresentado aos alunos um texto informativo cujo título é “Energia limpa de dejectos humanos”, como a seguir se apresenta:

A organização não governamental brasileira Viva Rio desenvolveu um projecto para melhorar o saneamento básico e fornecer energia aos habitantes de um bairro de Porto Príncipe, capital do Haiti. Este projecto consiste na recolha e armazenamento de dejectos humanos num tanque de reacção no solo, onde as bactérias transformam os excrementos em metano, um biogás combustível. (...) Além do impacto positivo no saneamento do bairro, esta forma de produzir energia é uma alternativa ao carvão e, por conseguinte, evita a desflorestação (p. 221).

O texto contém informação do conhecimento científico e tecnológico e permite estabelecer relações CTSA. Além disso, uma adequada interpretação do texto também permite compreender que devido ao conhecimento científico-tecnológico o Homem consegue desenvolver projectos vantajosos quer para o ambiente, quer para a qualidade de vida da sociedade. No texto são evidente os impactos positivos do uso da ciência e da tecnologia na preservação do ambiente e na qualidade de vida, resultantes das relações que se estabelecem entre a ciência (acção das bactérias), a tecnologia (tanque de reacção), sociedade (saneamento do bairro de Porto Príncipe) e o ambiente (evita a desflorestação). Trata-se, por isso de um episódio explícito pois apresenta bem evidenciadas as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e fomenta o pensamento crítico nos alunos.

No manual M7 existem muitas curiosidades em secções denominadas «sabias que...» que são ricas em material CTSA mas, a maior parte delas não é explorada

convenientemente em função de uma educação CTSA. A figura seguinte (exemplos A, B e C do manual M7, p. 144, 98 e 35, respectivamente) ilustra o que se disse.

Sabias que...	A	Sabias que...	B	Sabias que...	C
<ul style="list-style-type: none"> ▶ O cancro é uma doença que afecta a reprodução e o desenvolvimento das células. ▶ Na cidade de Braga existe o Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia, cujas principais funções são pesquisar e produzir instrumentos à escala atómica. ▶ Os Nanorrobôs são uma aplicação da Nanotecnologia e podem ser injectados no corpo humano para curar doenças, pois têm o tamanho de glóbulos vermelhos. 		<ul style="list-style-type: none"> ▶ O fruto do abacateiro é muito rico em gordura, permitindo a extracção de um óleo semelhante ao azeite. Por este motivo, um estudo da Universidade Estadual Paulista considera viável a utilização do abacate na produção de biocombustível. 		<ul style="list-style-type: none"> ▶ A estrutura do corpo das esponjas do mar tem inspirado engenheiros electrónicos e de telecomunicações na produção de fibras ópticas. 	
					
<ul style="list-style-type: none"> ▶ A doação de sangue é uma atitude de cidadania e de solidariedade reconhecida nacional e internacionalmente. Em Portugal, comemora-se a 27 de Março o Dia Nacional do Dador de Sangue. 		<ul style="list-style-type: none"> ▶ Na cenoura, a parte que comemos corresponde à sua raiz. ▶ As árvores mais velhas que existem na Terra são da espécie <i>Pinus aristata</i>, encontrando-se alguns exemplares com mais de 8000 anos nas Montanhas Brancas dos Estados Unidos da América. 			

Figura 3: Exemplos de curiosidades ricas em material CTSA insuficientemente explorado, manual M7, p. 144, 98 e 35 .

Estes exemplos de curiosidades poderiam explorar 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. No caso, do exemplo A, que se refere à doença do cancro, poderia ser realçada a importância que o conhecimento tecnológico tem para a aplicabilidade da ciência e das vantagens para a sociedade no combate às doenças; no exemplo B, poderia ser explorada a relação que se estabelece entre as propriedades do abacateiro e a produção de biocombustível, combustível que não polui o ambiente (relação ciência – ambiente - sociedade) e, no exemplo C, poderia ser explorado que os avanços da tecnologia e da ciência que influenciam a qualidade de vida, dependem muitas vezes do ambiente natural que nos rodeia.

De todos os manuais analisados, relativamente às Actividades de Ensino/Aprendizagem, o manual M7 é o que oferece mais actividades segundo uma perspectiva CTSA. O indicador B2, relacionado com *actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*, regista 12 episódios dos quais 6 são implícitos e 6 explícitos e o indicador B3, que tem a ver com *a realização de actividades (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*, regista 2 episódios apenas. Vejam-se, a seguir, dois exemplos do indicador B2 e um do indicador B3.

A começar pelo indicador B2, encontra-se uma evidência deste indicador no início da unidade “Materiais terrestres suportes de vida” numa secção CTSA. O texto que antecede a actividade proposta relaciona-se com o funcionamento de uma ETA, distingue ETA de ETAR e relata um acidente: uma ruptura num dos reservatórios de cloro que ocorreu em 2009 na ETA de Corroios, que apesar de não ter havido vítimas, obrigou à intervenção de bombeiros e sapadores que foram alertados para os cuidados a ter no manuseamento daquele produto tóxico. Para a realização desta actividade é proposto ao aluno que, depois de observar as imagens e ler atentamente a informação contida no texto, reflecta sobre a importância das ETA e da ETAR para: a) a saúde pública; b) a qualidade de vida das populações; c) a conservação da biodiversidade. Estas orientações, embora sejam um pouco gerais, vão permitir aos alunos estabelecer relações entre a ciência, a tecnologia, e a sociedade (alínea a e b) e entre a ciência, a tecnologia e o ambiente (alínea c). De seguida, é solicitado um trabalho de pesquisa: “Pesquisa em que medida os acidentes em ETA e ETAR podem causar problemas de saúde nas populações e contribuir para a poluição dos materiais terrestres (água, ar e solo)” (p.168). Contudo, não sugere fontes de pesquisa para o aluno, como por exemplo sites na internet, revistas, jornais, outros livros, etc. Depois da pesquisa realizada, a actividade, também propõe que o aluno discuta as suas ideias com o colega de carteira e, em casa, com a família, o que vai possibilitar a troca e partilha de opiniões. Por fim, é solicitado ao aluno que partilhe as suas conclusões com os restantes colegas de turma, possibilitando assim o confronto de conclusões e diferentes pontos de vista. Esta actividade, bem como as estratégias utilizadas vão permitir ao aluno estabelecer interpelações CTSA individual e colectivamente.

Na página seguinte do manual, também se identifica um episódio do indicador B2. A tarefa proposta aos alunos é iniciada com um pequeno texto adaptado do site do governo que relata que Portugal será o primeiro país a ter uma rede nacional de carregamento de carros eléctricos, projecto que pretende reduzir as emissões de gases poluentes e oferecer preços competitivos para a renovação da frota automóvel. Informa, também, que alguns responsáveis pela indústria automóvel ainda não produziram carros eléctricos pois salientam as limitações de velocidade e autonomia dos veículos. Depois de lerem o texto, os alunos são solicitados a realizar um debate em grande grupo. São sugeridas as seguintes orientações para o debate: “ (...) debate em assembleia de turma os motivos que levaram o governo português a investir numa rede nacional de carregamento de carros eléctricos e alguns responsáveis pela indústria automóvel a destacar as limitações dos carros eléctricos (...) ” (p. 169). De, seguida, após estas orientações, estimula o aluno a intervir, solicitando que apresente e discuta com os colegas e professor os diferentes argumentos. Esta actividade 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.

Relativamente ao indicador B3, encontra-se uma evidência na sub-unidade “ A diversidade nas plantas”. A tarefa envolve uma actividade experimental relacionada com a absorção de água e substâncias minerais nas plantas (figura 4). A realização desta actividade permite ao aluno desempenhar um papel activo na aquisição de conhecimento e compreender e desenvolver processos científicos. A actividade parte de uma situação-problema, “*O caule transporta a água e as substâncias que foram absorvidas pela raiz. Quanto tempo demoram a chegar às flores?*” (p. 100). Porém, a questão à qual se pretende que os alunos respondam não é a mais indicada. Importava sim que os alunos descobrissem experimentalmente que as plantas absorvem a água, bem como as substâncias que nela estão dissolvidas. De seguida, a tarefa é orientada de acordo com a sequência do método científico: prevê, observa, interpreta, conclui e reflecte. A interpretação da actividade permite aos alunos concluir que as plantas absorvem a água e as substâncias dissolvidas e que estas chegam às flores em 24h. Aquando da reflexão, é proposto ao aluno que reflecta acerca dos cuidados que se devem ter relativamente à utilização de herbicidas na agricultura e para isso pede ao aluno que consulte informação da página 95 do manual. Esta actividade permite explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA, pois poderá levar o aluno a compreender que as plantas absorvem a água e as substâncias dissolvidas em muito pouco tempo e, como tal, também absorvem os herbicidas utilizados na agricultura que

podem originar problemas de saúde nos consumidores e problemas de poluição dos solos agrícolas.

Actividade experimental 1

Situação-problema: O caule transporta a água e as substâncias que foram absorvidas na raiz. Quanto tempo demoram a chegar às flores?

Material

- Duas plantas iguais e completas (por exemplo: malmequer ou gerbera de flor branca recolhidas com cuidado para não danificar a raiz)
- 2 matrizes
- 1 corante alimentar
- 1 vareta
- Água
- Caneta de acetato



Procedimento

- 1.º passo** – Identifica, com a caneta de acetato, os matrizes A e B.
- 2.º passo** – No matraz A dissolve duas gotas de corante em 200 ml de água. No matraz B coloca 200 ml de água.
- 3.º passo** – Coloca uma planta em cada um dos matrizes e regista o dia e a hora.

Prevê

O que acontecerá a cada uma das plantas passadas 24 horas? E passadas 48 horas?

Observa

Utilizando um esquema ou desenho, faz um registo do que observas em cada uma das plantas depois de 24 e de 48 horas.

Interpreta

O que varia entre a montagem A e B?
Qual é a função da montagem B?

Conclui

Quanto tempo demoram a água e as substâncias absorvidas a chegar às flores?

Reflecte

Que cuidados se devem ter relativamente à utilização de herbicidas (ver página 95) na agricultura?
Planifica uma actividade experimental com os teus colegas e professor.

Figura 4: Exemplo de uma actividade experimental onde está implícita a interacção CTSA, manual M7, p. 100.

1.1.2 – Sínteses das análises efectuadas aos manuais escolares

Apesar do número de episódios por indicador ser relevante em alguns manuais escolares, os mesmos nem sempre eram abordados e explorados de forma clara, precisa e explícita no que respeita à interligação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente necessária à Educação em Ciências de acordo com a perspectiva CTSA.

A análise pormenorizada feita aos episódios contemplados nos manuais permitiu verificar qual a frequência de episódios explícitos ou implícitos presentes nos manuais escolares.

A seguinte tabela (tabela 7), regista o número de episódios explícitos (E) e implícitos (I) por indicador contemplados nos manuais escolares em estudo.

Tabela 7: Número de episódios explícitos e implícitos por indicador contemplados nos manuais escolares em estudo

Manual	Episódio	Indicadores (n = 13)														
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	Total	
M1	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	
M2	E	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	15
	I	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	3	0	0	9	
M3	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	
M4	E	3	0	0	1	0	1	0	0	2	0	2	0	0	9	19
	I	0	0	0	4	2	0	1	0	0	0	2	0	0	10	
M5	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	
M6	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	
M7	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	

A observação da tabela 7 permite verificar que de todos os manuais escolares em estudo, o que contempla mais episódios por indicadores é o manual M7 com 52 episódios no total (com igual número de episódios E e I), seguido do manual M1 com 47 episódios. Neste manual, dos 47 episódios 26 são explícitos e 21 implícitos. Nos restantes manuais o número de episódios I é sempre superior ao número de episódios E. Dada esta realidade nos manuais escolares de Ciências da Natureza, em que o número de episódios implícitos, na sua maioria, é sempre maior que o número de episódios explícitos, surge a necessidade de investir na formação continuada de professores segundo a perspectiva CTSA para que pudessem interpretar e dar sentido às ideias traduzidas pelos episódios implícitos que vêm expressos nos manuais escolares e, desta forma, promover uma melhoria da qualidade do ensino.

Relativamente ao maior número de episódios explícitos, destacam-se os manuais M1 e M7, o que poderá revelar maior preocupação por parte dos autores,

aquando da concepção do manual, tendo por base a finalidade da Educação em Ciências segundo a perspectiva CTSA.

O manual que contempla menos episódios é o manual M2, sendo o número de episódios implícitos superior ao número de episódios explícitos.

No que concerne ao número de episódios implícitos considerados nos vários manuais, apesar de o título indicar CTSA, o texto/tarefa proposto não explora as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente e só de forma muito implícita elas estão sugeridas, pelo que muitos destes episódios são evidências mal exploradas e que não reflectem a perspectiva CTSA. A forma implícita destes episódios apenas é perceptível, e de forma muito ténue, aos olhos de professores que tenham algum conhecimento da perspectiva CTSA e nunca aos olhos dos alunos.

Vejam-se alguns exemplos de episódios mal explorados, contemplados em alguns dos manuais escolares analisados.

Um destes episódios é por exemplo que se encontra na página 83 do manual M1 (figura 5) na unidade da “Diversidade dos animais”. Este episódio apresenta o trabalho de um biólogo português e apenas informa o aluno de que, embora os crocodilos sejam animais que vivem preferencialmente junto de água, esta espécie consegue sobreviver no Sara. Este episódio, de perspectiva CTSA apenas tem o título da secção em que está inserido, uma vez que os conteúdos científicos abordados não são explorados de forma interligada com a tecnologia com a qual se relacionam e com o impacto que esta tem na sociedade e no ambiente. O texto poderia ser aproveitado para explorar as condições em que o trabalho do cientista é desenvolvido bem como as pressões que condicionam o seu trabalho.

Um outro exemplo é o que se encontra no final da unidade “Diversidade nas plantas”, página 103 do manual M2 (figura 6). Este episódio é o único referente a esta unidade temática e está presente numa secção denominada CTSA. Apesar de estar referenciado como CTSA, e sendo o único episódio desta unidade, a informação que é fornecida, apenas sugere atitudes responsáveis que o aluno deve ter para proteger a natureza. Está presente a relação entre a sociedade e o ambiente, porém, não é estabelecida qualquer relação entre a ciência e a tecnologia. As plantas surgem apenas como seres vivos que devemos proteger e não são exploradas, por exemplo, os seus fins medicinais, alimentares ou industriais. Desta forma, os conteúdos programáticos relacionados com a diversidade nas plantas não são explorados segundo uma perspectiva CTSA. O aluno não é informado acerca do avanço do conhecimento científico e tecnológico, nem dos impactos que estes têm na sociedade e no ambiente.

 **CTSA**

«É fascinante que um animal do meio aquático sobreviva no Sara há quatro mil anos!»

[Visão] — Porque é tão extraordinário haver crocodilos no Sara?

[José Carlos Brito] — É fascinante como um animal dependente do meio aquático resiste no Sara há quatro mil anos. Nessa época não havia lá um deserto, mas uma savana, com hipopótamos, leões, etc. Desde então, as condições de aridez aumentaram de tal forma que os mamíferos morreram. Em contrapartida, alguns crocodilos-do-nilo conseguiram sobreviver em lagoas existentes nas montanhas.

[V] — Mas qual tem sido o segredo da sobrevivência deles?

[JCB] — Vivem em estado de latência, em estivação, enfiados em buracos, em paredes rochosas. Nos casos mais extremos, como o dos que vivem em lagos que secam, só estão activos dois meses por ano, durante a estação das chuvas. Ao contrário dos outros crocodilos, só se alimentam de peixes e anfíbios e não passam dos dois metros, metade do comprimento normal da espécie. Um mamífero não sobreviveria. Os répteis têm mais facilidade para se adaptarem a problemas causados pela Natureza.

Visão, 17/01/2008 (adaptado)



Figura 5: Exemplo 1 de um episódio mal explorado, manual M1, p. 83.

Ciência · Tecnologia · Sociedade · Ambiente

Educação para a cidadania

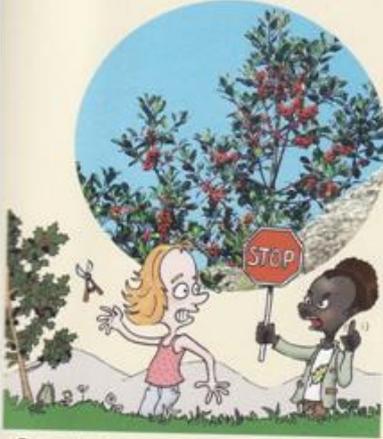
Atitude responsável

Planta uma árvore!

O Dia Mundial da Árvore e das Florestas comemora-se a 21 de Março. Em 1971 foi estabelecido em vários países este dia, por ser o início da Primavera no hemisfério norte. O objectivo é sensibilizar as pessoas para a importância da floresta na Terra. Dá o teu contributo pessoal na protecção das plantas – planta e cuida de uma árvore!



Consciência ecológica



O azevinho é uma espécie protegida pelo decreto-lei n.º 423/89. Nunca cortes azevinho silvestre. Denuncia às autoridades qualquer atentado à conservação da Natureza.

Notícias

Um herbário com casa nova

Depois de anos entregue à humidade, o herbário de criptogâmia (plantas sem flor) do Jardim Botânico de Lisboa inaugurou, em Maio de 2007, 600 metros de prateleiras, 150 a 180 mil exemplares, numa sala exclusivamente preparada para receber o herbário que conta com colecções que se têm destacado entre as melhores do mundo. “A ciência para mim é para partilhar. Um herbário tem de ser vivo, tem de ser mexido”, afirma Maurice Johns, biólogo da Universidade de Londres que doou a sua colecção pessoal ao Jardim Botânico.

Público

Pesquisa na Biblioteca

Livros e revistas

- **1001 Maravilhas da Natureza.** Selecções do Reader's Digest.
- **Cientistas.** Caminho.
- **Dicionário Visual das Plantas.** Verbo.
- **Lugares da Natureza.** Porto Editora.
- **Plantas Incríveis.** Civilização.
- **Terra Verde (colecção).** Verbo.

Internet

Escreve num motor de busca:

- **Jardim Botânico de Lisboa**
- **Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza**
- **Projecto de Sensibilização e Educação Florestal da População Escolar**
- **Children's Botanical Garden**

Multimédia

- **Diciopédia.** Porto Editora.
- **O Homem e a Terra.** Felix Rodriguez La Fuente, Lusomundo.
- **O professor Telescópio explora o ambiente.** Porto Editora.
- **Estranha Natureza.** BBC.

Figura 6: Exemplo 2 de um episódio mal explorado, manual M2, p. 103.

Outra evidência de um episódio do indicador A9 mal explorado, é a que se na unidade “Diversidade nos animais” na página 35 do manual M3 (figura 7). A forma como o episódio é explorado não fomenta a compreensão das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Não desenvolve a literacia científica dos alunos nem exige o pensamento crítico. Apesar de estar referenciada como “Ciência,

Tecnologia e Sociedade” (no canto superior direito da figura, a informação é apresentada como uma simples curiosidade e não expressa “o porquê” nem o “para quê” desta informação, apenas traduz a ideia de que o aspecto exterior deste novo barco imita um golfinho.

Para saber mais...

Golfinho mecânico dos mares

Não é barco, nem submarino, nem golfinho. É, antes, uma mistura destas três coisas. Chama-se Seabreacher e é, na realidade um barco muito veloz, capaz de mergulhar, saltar e rodar tal como um golfinho, cujo aspecto exterior imita na perfeição.

Jornal de Notícias, 18 de Outubro de 2009



Figura 7: Exemplo 3 de um episódio mal explorado, manual M3, p. 35

Da mesma forma, o exemplo que se segue e que se encontra na página 31 do manual M7 (figura 8) está relacionado com o problema da extinção do Lince Ibérico e apenas é apresentado aos alunos o conteúdo científico. O texto relata as características do felino em extinção mas não sugere de que forma o conhecimento científico e tecnológico pode minimizar este problema ambiental, bem como também não refere qual é o papel da sociedade na preservação da biodiversidade.



Figura 8: Exemplo 4 de um episódio mal explorado, manual M7, p. 31.

Após esta análise acerca do grau de explicitação dos episódios por indicador nos manuais escolares em estudo, elaborou-se uma outra tabela (tabela 8) com o número de episódios por indicador e registaram-se quais eram os indicadores de cada dimensão (Discurso – Dimensão A e Actividades – Dimensão B) mais presentes nos manuais escolares.

Os resultados obtidos na análise relativa ao número de episódios, por indicador contemplados nos manuais escolares em estudo (tabela 8) evidenciam a desigualdade existente na frequência dos diferentes indicadores.

Tabela 8: Número de episódios por indicador contemplados nos manuais em estudo

Manual	Indicadores (n = 13)													Total por manual
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	
M1	7	2	0	13	1	1	2	2	11	0	6	0	2	47
M2	3	2	0	3	2	0	1	0	0	0	4	0	0	15
M3	6	0	0	4	3	0	1	0	15	0	8	0	0	37
M4	3	0	0	5	1	1	1	0	4	0	4	0	0	19
M5	3	0	0	6	1	1	0	0	2	0	3	0	0	16
M6	4	0	0	13	1	0	3	0	0	0	5	0	0	26
M7	5	6	0	12	2	0	3	0	10	0	12	2	0	52
Total por indicador	31	10	0	56	11	3	11	2	42	0	42	2	2	212

Pela consulta da tabela é evidente que, no conjunto dos manuais escolares analisados, se destaca a presença de determinados indicadores em detrimento de outros.

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* - (56 episódios), seguido pelo indicador A9 - *Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA bem como o pensamento crítico* - (42 episódios) e pelo indicador A1 - *Explora os tópicos de ciências em função da utilidade social* - (31 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 11, sendo 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* - aquele que contempla menos episódios (2 episódios).

No que diz respeito à dimensão B – Actividades de Ensino/Aprendizagem, o indicador que apresenta mais episódios é o indicador B2 - *Propõe actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico* -

(42 episódios). Os indicadores B3 - *Propõe a realização de actividades (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 interacção CTSA, no final das actividades propostas* - apenas manifestam 2 episódios cada um, e o indicador B1 - *Apresenta propostas que levem ao envolvimento do aluno em projectos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifeste a interacção CTSA* - não manifesta qualquer episódio em nenhum dos manuais.

No que concerne ao número de episódios por manual, nos 7 manuais analisados, constata-se, pela observação da tabela, que foi possível detectar a presença de 212 episódios, sendo o número de episódios variável por manual. O manual que contempla mais episódios é o manual M7, com 52 episódios, seguido pelo M1, com 47 episódios, e pelo manual M3, com 37 episódios. O manual M2 é o que contempla menos episódios, 15 no total. Os manuais M4, M5 e M6 contemplam 19, 16 e 26 episódios respectivamente.

Olhando agora para os manuais de forma individualizada e considerando em separado as duas dimensões de análise, observamos que, no manual M1, relativamente à dimensão A - discurso/informação facultado – o indicador mais identificado é o A4 (13 episódios) seguido pelo A9 (11 episódios). Ao todo, neste manual, identificam-se 39 episódios referentes a esta dimensão. Na dimensão B, as propostas de Actividades mais utilizadas fazem parte do indicador B2 (6 episódios), sendo o total de 8 episódios.

O manual M7 regista 38 episódios relativos à dimensão A, sendo os indicadores mais identificados o A4 e o A9, com 12 e 10 episódios, respectivamente. Na dimensão B, no total de 14 episódios, 12 fazem parte do indicador B2 e 2 do indicador B3.

No manual M3, 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.

Nos restantes manuais, o número de episódios identificados é inferior, sendo o manual M2 o que regista menos episódios, 11 da dimensão A e 4 da dimensão B. O manual M4 apresenta 15 episódios da dimensão A e 4 da dimensão B. No manual M5 são contemplados 13 episódios da dimensão A e 3 da dimensão B enquanto que no manual M6, 21 episódios são da dimensão A e 5 da dimensão B.

Dos todos os manuais analisados, os manuais M1 e M7 são os que mais utilizam um discurso/informação que promove a Educação em Ciências segundo a perspectiva

CTSA, seguidos do manual M3. Relativamente às actividades de Ensino/Aprendizagem, o manual que oferece mais actividades segundo uma perspectiva CTSA é o manual M7.

A análise mais detalhada aos manuais seleccionados permitiu construir a tabela 9 onde se pode observar as dimensões e os respectivos indicadores por unidade temática. Tal como já foi referido, na elaboração da tabela 9, não foi nossa intenção reunir todos os episódios identificados para cada indicador nas várias unidades didácticas dos manuais escolares, mas sim registar um episódio representativo de cada dimensão e respectivo indicador identificado por unidade temática, a fim de inferir acerca do número de indicadores por cada uma destas secções no conjunto dos manuais analisados.

Os resultados expostos permitem constatar que existe uma distribuição desigual, no que respeita à presença de indicadores no conjunto dos manuais analisados, bem como ao longo das diferentes unidades temáticas. Esta desigualdade evidenciada pela maior presença de alguns indicadores em determinadas unidades e menor presença ou até mesmo inexistente noutras unidades verificou-se para todos os manuais em estudo.

Os resultados apresentados na tabela 9 também evidenciam que todos os manuais apresentam indicadores das duas dimensões de análise, no entanto, a distribuição de indicadores não é a mesma em todos os manuais. Através dos dados da tabela 9 é possível observar que os manuais M1, M3 e M7 são os que apresentam mais indicadores distribuídos pelas várias unidades temáticas, seguidos do manual M6. Por outro lado, os manuais M2, M4 e M5 são os manuais que apresentam menos indicadores e apenas em algumas unidades temáticas.

Tabela 9: Indicadores da perspectiva CTSA presentes nas unidades temáticas incluídas dos manuais da amostra por dimensão de análise.

Unidades temáticas	Unidade 1 Introdução		Unidade 2 Diversidade dos seres vivos e as suas interações com o meio				Unidade 3 Unidade na diversidade dos seres vivos				Unidade 4 A água, o ar; as rochas e o solo – Materiais terrestres					
	Onde existe vida? Biosfera		Diversidade nos animais		Diversidade nas Plantas		A célula: unidade na constituição dos seres vivos		Classificação dos seres vivos		A importância da água para os seres vivos		A importância do ar para os seres vivos		As rochas, os solos e os seres vivos	
Dimensão Manual	A Discurso	B Actividades	A Discurso	B Actividades	A Discurso	B Actividades	A Discurso	B Actividades	A Discurso	B Actividades	A Discurso	B Actividades	A Discurso	B Actividades	A Discurso	B Actividades
M1	A9	B2	A1, A2, A4, A8	B2	A1, A4, A9	---	A7, A9	---	A1, A2, A9	---	A1, A4, A5, A9	B2, B4	A1, A4	B2	A1, A6, A9	B2
M2	---	---	A4	---	---	B2	A4, A7	---	A2	B2	A1	B2	A1, A2	B2	A1, A5, A4	---
M3	---	---	A4, A9	B2	A1, A9	B2	A7	---	---	---	A1, A4, A9	B2	A1, A4, A5, A9	B2	A1, A5, A9	B2
M4	---	---	A4	---	A2, A6, A9	B2	A7	---	---	---	A1, A4	B2	A1, A4, A9	B2	A1, A4, A5	---
M5	A4	---	---	---	A9	---	---	---	A6	B2	A1, A4	B2	A1, A4	B2	A1, A4, A5, A9	---
M6	A4	B2	A4	---	A1	---	A7	B2	A7	---	A1, A4	---	A1, A4	B2	A1, A4, A5	B2
M7	A2, A4	B2	A2, A4, A9	B2	A1, A4, A5, A9	B2, B3	A2, A7, A9	B2	A2	---	A1, A4,	B2	A1, A4, A5, A9	B3	A1, A4	B2
Total de indicadores	5	3	12	3	14	5	10	2	7	2	16	7	19	7	21	4
	8		15		19		12		9		23		26		25	

Relativamente às unidades temáticas, os resultados também mostram que a unidade que evidencia mais indicadores contemplados por todos os manuais é a unidade 4 - *A água, o ar; as rochas e o solo – Materiais terrestres* - com 23 indicadores na sub-unidade “A importância da água para os seres vivos”, 26 indicadores na sub-unidade “A importância do ar para os seres vivos” e 25 indicadores na sub-unidade “As rochas, os solos e os seres vivos”. Por outro lado, as unidades que apresentam menos indicadores são a unidade 1 – *Introdução* - com apenas 8 indicadores, em relação à qual os manuais M2, M3 e M4 não contemplam indicadores, e a unidade 3 - *Unidade na diversidade dos seres vivos* - com 12 e 9 indicadores, respectivamente nas sub-unidades “A célula: unidade na constituição dos seres vivos” e “Classificação dos seres vivos” e para a qual os manuais M3 e M4 também não contemplam indicadores.

Como já referimos, é na unidade 4 - *A água, o ar; as rochas e o solo – Materiais terrestres* – que se verificam mais indicadores ilustrativos da abordagem CTSA. Nesta unidade, no que diz respeito à dimensão A, os indicadores mais presentes são o A1 relacionado com a exploração dos tópicos de Ciências em função da utilidade social, o A4 relacionado com problemas sociais e ambientais e o A9 relacionado com informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico que exige/fomenta a compreensão da interacção CTSA. Relativamente à dimensão B, prevalece a frequência do indicador B2 relacionado com propostas de actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico.

Esta análise permitiu inferir que tal situação poder-se-á relacionar com as características dos conceitos e conteúdos que a unidade em questão aborda, pois tratam-se conteúdos científicos que de forma explícita ou implícita abordam assuntos onde está presente a ciência em função da utilidade social e onde são focados problemas de carácter social e ambiental. Nesta unidade são englobados temas diversos tais como saúde, alimentação, recursos energéticos, solo, qualidade do ar, água e recursos minerais, indústria e tecnologia, ambiente, entre outros que, para além de serem próximos dos alunos e terem significado social, levam os alunos a compreender a realidade na qual estão inseridos, a tomar decisões de forma crítica e consciente a respeito de problemas que envolvem a sociedade e o ambiente.

Para facilitar a consulta dos dados referentes às dimensões e respectivos indicadores identificados nos manuais escolares da amostra elaborou-se uma outra tabela resumo (tabela 10) que permitiu sintetizar os elementos de concretização do processo de ensino/aprendizagem, relativamente às duas dimensões de análise e respectivos indicadores identificados nos manuais da amostra.

Tabela 10: Dimensões e respectivos indicadores identificados nos manuais escolares de Ciências da Natureza

Categoria	Dimensão	Manuais escolares / Indicadores (n = 13)						
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Elementos de concretização do processo de Ensino/Aprendizagem, segundo a perspectiva CTSA	A	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9	A1, A2, A4, A5, A7	A1, A4, A5, A7, A9	A1, A4, A5, A6, A7, A9	A1, A4, A5, A6, A9	A1, A4, A5, A7	A1, A2, A4, A5, A7, A9
	B	B2, B4	B2	B2	B2	B2	B2	B2, B3
Total		10	6	6	7	6	5	8

Esta tabela mostra que em todos os manuais escolares se encontram evidências de indicadores das dimensões A e B. Porém, é no manual M1 que se assinalam mais indicadores, 10 no total, das duas dimensões de análise consideradas neste estudo. Destes 10 indicadores, 8 dizem respeito à dimensão A e 2 à dimensão B. O manual M6 é o que apresenta menos indicadores, apenas 5 no total.

Os resultados apresentados na tabela mostram que dos 9 indicadores da dimensão A do Instrumento de Análise, 8 foram identificados nos manuais do estudo, embora alguns não estejam de forma explícita, como já foi referido. Relativamente à dimensão B, que inclui 4 indicadores, 3 deles são contemplados, sendo que o indicador B2 se identifica em todos manuais, enquanto o indicador B4 apenas se encontra no manual M1, e o indicador B3 apenas no manual M7.

Dos 13 indicadores contemplados no Instrumento de Análise identificamos 11 nos manuais estudados, 8 da dimensão A - Discurso/Informação facultada e 3 da Dimensão B - Actividades de Ensino/Aprendizagem. Contudo, os 11 indicadores identificados nos manuais, encontram-se na sua grande maioria de forma implícita, tal como já foi referido anteriormente.

CAPITULO 5

CONCLUSÕES

Este último capítulo inclui três secções. Na primeira apresentam-se as principais conclusões, formuladas em função das questões e dos objectivos da presente investigação. Na segunda referem-se implicações dos resultados deste estudo e sugestões para novas investigações. Na terceira indicam-se algumas limitações desta investigação.

1 - PRINCIPAIS CONCLUSÕES

De acordo com os objectivos delineados para este trabalho, apresentam-se neste quinto capítulo as conclusões que resultaram da investigação realizada.

Relembre-se que este estudo teve como finalidade averiguar se os manuais escolares, editados em 2010, exploram os conteúdos científicos interligando-os com a Tecnologia a Sociedade e o Ambiente, tal como sugerem as orientações Curriculares do Ensino Básico a fim de inferir sobre o seu potencial educativo e as suas implicações para o ensino/aprendizagem das Ciências do 2ºCEB.

De acordo com esta finalidade pretendeu-se dar resposta a três questões de investigação que agora se recordam para facilitar a apresentação das principais conclusões:

Q: Os manuais escolares de Ciências da Natureza do 2ºCEB, editados em 2010, já incorporam a abordagem CTSA, tal como as Orientações Curriculares preconizam para o Ensino Básico?

Q1: Os manuais escolares de Ciências da Natureza, editados em 2010, 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: Os manuais escolares de Ciências da Natureza apresentam sugestões de actividades de ensino/aprendizagem para a abordagem dos conteúdos com a perspectiva CTSA?

Obtiveram-se conclusões no que respeita à incorporação da perspectiva CTSA nos manuais e na forma como esta é explorada quer no discurso quer nas actividades

propostas e, ainda, no que respeita ao modelo de ensino mais utilizado nos vários manuais escolares analisados.

- Os resultados obtidos mostram que a incorporação da perspectiva CTSA nos manuais escolares é ainda pouco significativa e que as relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente são também pouco nítidas. Apesar das recomendações que são sugeridas pelas Orientações Curriculares para o Ensino Básico, que preconizam um ensino das Ciências da Natureza de cariz CTSA, esta abordagem ainda é pouco apreciada nos manuais escolares.

- Os conteúdos científicos nem sempre são explorados 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 textos/discurso facultado pelos manuais escolares, na sua grande maioria, traduzem os conteúdos científicos como “ciência pura”, desconectados de outros campos do saber, e são poucas as actividades de ensino/aprendizagem propostas pelos manuais que apresentam sugestões para se explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTSA.

- Dos 7 manuais analisados, nos manuais M1, M3 e M7 a perspectiva CTSA encontra-se incorporada ao longo das várias unidades e de forma integrada nos conteúdos didácticos, enquanto que, nos manuais M2, M4, M5 e M6 a perspectiva CTSA encontra-se em sessões próprias, estanques, denominadas CTSA, não integradas, portanto, de forma natural na exploração dos conteúdos didácticos. No conjunto dos manuais escolares analisados, existe um desequilíbrio, entre as unidades didácticas, no que respeita à presença de indicadores identificados em cada unidade, sendo que a unidade didáctica que regista mais indicadores é a unidade 4 - *A água, o ar; as rochas e o solo – Materiais terrestre*. Nesta unidade são abordados tópicos como “a importância da água para os seres vivos”, “a importância do ar para os seres vivos” e “ as rochas, os solos e os seres vivos” que são temas bastante controversos no que respeita a problemas sociais e ambientais, sendo, por isso, mais propícios às relações que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Entre os temas controversos, tal como já foi referido aquando da análise dos manuais, destacam-se, por exemplo, a saúde, a alimentação, os recursos energéticos, o solo, a qualidade do ar, a água e os recursos minerais, a indústria e a tecnologia, o ambiente, entre outros que, para além de serem próximos dos alunos e terem significado social, levam os alunos a compreender a realidade na qual estão inseridos, a tomar decisões de forma crítica e consciente a respeito de problemas que envolvem a Sociedade e o Ambiente.

- Dos 13 indicadores contemplados no Instrumento de Análise de Manuais Escolares de Ciências da Natureza, foram identificados nos manuais do estudo, episódios de 11 indicadores, 8 da dimensão A - Discurso/Informação facultada e 3 da Dimensão B - Actividades de Ensino/Aprendizagem. Contudo, o número de indicadores é pouco revelador da realidade da exploração das relações CTSA nos manuais escolares, pois esses indicadores encontram-se, na sua grande maioria, de forma implícita, ou seja, representados por episódios cujas ideias traduzidas pudessem de alguma forma levar à interpretação do indicador, tendo em conta alguma palavra, frase ou imagem, e serem subentendidas pelos alunos, quer nas tarefas propostas, quer na informação facultada sendo, por isso, considerados implícitos.

- Relativamente à dimensão A, o indicador com mais episódios é o indicador A4, *permite desenvolver uma atitude crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais e ambientais*, seguido pelo indicador A9, *apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exige/fomenta a compreensão da inter-acção CTSA bem como o pensamento crítico*, e pelo indicador A1, *explora os tópicos de ciências em função da utilidade social*. No que diz respeito à dimensão B, o indicador que apresenta mais episódios é o indicador B2, *propõe actividades 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 interacção CTSA e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico*.

- Como já referimos, os manuais M1, M3 e M7 são os que apresentam mais indicadores distribuídos pelas várias unidades temáticas, seguidos do manual M6, enquanto que, os manuais M2, M4 e M5 são os que apresentam menos indicadores, e apenas em algumas unidades temáticas.

- Quando comparados os sete manuais em estudo, verificou-se que é o manual M7, seguido do manual M1, que contém mais episódios que evidenciam a presença de actividades de ensino/aprendizagem e facultam um discurso/informação onde se manifesta alguma interacção CTSA. No entanto, estes episódios não se referem a todos os indicadores presentes no instrumento de análise.

- São também os manuais M7 e M1 que se verifica terem sido elaborados tendo uma maior preocupação em atingir algumas das finalidades da Educação em Ciências com orientação CTSA, uma vez que o número de episódios explícitos é superior ao número de episódios implícitos. Nos restantes manuais de Ciências da Natureza as evidências encontradas, para além de pontuais, são pouco explícitas. Na sua grande

maioria, os episódios contemplados nos manuais são explorados de forma implícita e por vezes descontextualizada dos conteúdos científicos segundo a perspectiva CTSA.

- Apesar do número de episódios implícitos considerados nos vários manuais, muitos deles são evidências de exemplos de episódios mal explorados que não reflectem a perspectiva CTSA pois não é estabelecida qualquer relação entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. A forma implícita destes episódios apenas é perceptível, e de forma muito ténue, aos olhos de professores que tenham algum conhecimento da perspectiva CTSA e nunca aos olhos dos alunos.

- Verifica-se uma grande discrepância entre a forma como a perspectiva CTSA é explorada nos manuais escolares e as sugestões das Orientações do Currículo Nacional do Ensino Básico, havendo finalidades que nunca são implementadas, entre as quais se destacam, os manuais escolares devem ser desenvolvidos de modo a que o aluno partilhe ideias, confronte as suas ideias com novas ideias permitindo-lhe tomar decisões de forma mais consciente; devem promover, através do seu discurso e das actividades propostas, a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos para propósitos pessoais e sociais e o desenvolvimento da mobilização de saberes científicos e tecnológicos para enfrentarem o mundo que os rodeia.

- A exploração da perspectiva CTSA é feita através de textos que, regra geral, não levam o aluno a questionar os argumentos apresentados bem como não estimulam o aluno na procura de mais ou outras informações. Na maioria dos manuais, os textos apresentados aparecem como única fonte credível e, portanto, também não levam o aluno a confrontar-se com outras fontes avaliando a credibilidade das informações decididas. Do mesmo modo, são raros os textos que informam sobre o trabalho científico realizado pelos cientistas em situações reais e não passam a imagem do seu trabalho, das motivações pessoais e interações entre cientistas, da colectivização do conhecimento científico, dos êxitos e fracassos no mundo real. O discurso utilizado, na grande maioria, não recorre a conteúdos que aproximem os alunos das inter-relações Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente.

- Nas actividades propostas pelos manuais existem grandes discrepâncias entre a imagem escolar de ciência e o mundo da ciência real, o que não contribui para que os manuais projectem o ensino das Ciências para o contexto do mundo real. As actividades propostas são essencialmente de questionamento e perguntas factuais que não contribuem para uma educação CTSA. Não se estabelecem relações entre o trabalho laboratorial e experimental presente nos manuais escolares e “o saber fazer” relacionado com aspectos práticos da vida. O trabalho laboratorial/experimental apresenta-se como

uma rotina pré-programada e é mais usado mais como um fim em si próprio, do que como parte integrante de um processo de resolução de problemas para explorar, compreender e avaliar as relações CTSA.

- No conjunto dos manuais analisados, são poucas as actividades que propõem debates, pesquisas, discussão de temas controversos, situações de aplicação ao dia-a-dia e que levem ao envolvimento do aluno em projectos promotores de capacidades de pensamento crítico onde se manifeste a interacção CTSA.

- Tal como refere Santos (2004), também consideramos que são muito reduzidas as oportunidades proporcionadas aos alunos para se darem conta de problemas com interesse e impacto social; se desenvolverem como cidadãos activos na resolução de problemas sócio-ambientais e de 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 nas Sociedades e no Ambiente; ligarem a Ciência e a Tecnologia a outros campos do saber; relacionarem aspectos económicos, políticos, religiosos e éticos da Ciência e da Tecnologia com questões pessoais, colectivas ou individuais.

- Apesar da Corrente Psicológica da aprendizagem - o construtivismo - que considera a aprendizagem um processo activo, no qual o indivíduo constrói o seu conhecimento, valorizar o Ensino por Pesquisa, a resolução de problemas e a aprendizagem cooperativa, por serem as perspectivas que melhor se coadunam com as visões actuais para a Educação em Ciências, o Ensino por transmissão continua prevalecer no discurso e actividades propostas pelos manuais escolares. Valoriza-se essencialmente a transmissão de conhecimentos científicos que importa memorizar, recordar e reproduzir aquando da avaliação de conhecimentos.

- Ainda não existe uma plena preocupação das editoras e autores de manuais escolares em produzir manuais escolares respeitando os actuais modelos de ensino. Porém, convém realçar que não existe um modelo único de ensino, que seja perfeito e que resolva todos os problemas educativos. Os vários modelos de ensino, cada um com características próprias, devem ser vistos como um todo e não fragmentados, uma vez que isolados apresentam vantagens e desvantagens, devendo ser utilizados em parceria e em função das características dos alunos e, por isso, os manuais escolares devem contemplar todo um conjunto de estratégias fundamentadas numa perspectiva construtivista.

2 - IMPLICAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES

De acordo com os resultados e conclusões apresentados, apontam-se algumas implicações quer para a investigação em Educação em Ciências, quer para a formação contínua de professores, quer ainda para a produção, concepção e selecção de manuais escolares com orientação CTSA.

A orientação do ensino das Ciências numa perspectiva CTSA tem como principal objectivo atribuir à Educação em Ciências o papel de preparar os alunos para enfrentarem o mundo sócio-tecnológico em mudança, no qual os valores sociais e éticos são factores relevantes. Em oposição ao conhecimento meramente académico, divorciado do mundo fora da escola, a valorização do quotidiano para um ensino contextualizado assume-se como um aspecto fundamental num processo de mudança, que é urgente implementar.

Contribuindo a Educação em Ciências segundo a perspectiva CTSA para a literacia científica e tecnológica do aluno (que se traduz na aptidão deste em se apropriar de aspectos 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 entre os quais Vieira (2007), Alves (2005), Terneiro-Vieira (2004), Ramos (2004) e Martins (2002) vêm demonstrando, então, para implementar um ensino/aprendizagem de âmbito CTSA, é preciso que os manuais escolares de Ciências da Natureza sejam consentâneos com questões socio-ambientais actuais, pois sendo eles a "Bíblia" de muitos professores é necessário que contemplem a perspectiva CTSA, para que, desta forma, as sugestões neles propostas possam ser postas em prática pelos professores.

Apesar de defendida pelo Currículo Nacional do Ensino Básico, a perspectiva CTSA pode considerar-se como orientação pouco assumida no Programa de Ciências da Natureza, pois apenas se enuncia que a compreensão da Ciência deve passar pela aplicação dos conceitos na resolução de problemas da vida real. Este ideia reflecte apenas uma preocupação com a transferência de conhecimentos de um contexto formal (os conceitos) para um contexto real (os problemas). No entanto, a orientação CTSA para o ensino das Ciências é muito mais, devendo partir dos problemas reais para a aprendizagem dos conceitos necessários à sua compreensão e resolução (Martins & Veiga, 1999).

Pondera-se assim, a necessidade e importância da existência de um Programa Curricular para as Ciências do 2.º CEB, mais articulado e específico, em que os

conteúdos científicos e tecnológicos contemplem a discussão dos seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-económicos. Ou seja, a orientação CTSA no Programa Curricular de Ciências da Natureza de 2º CEB deve pressupor uma abordagem que, valorizando o quotidiano para um ensino contextualizado, contribua para uma melhor educação para a cidadania, onde aspectos ligados ao ambiente, à saúde e ao consumo são de reconhecido interesse.

O ensino das Ciências para os autores que defendem a perspectiva CTSA deve dar prioridade à aprendizagem de conceitos que sejam relevantes para os alunos, para o progresso social e para o bem comum e centrar-se em tópicos socialmente relevantes, de que são exemplo: exploração do espaço, uso do solo, tecnologias agrícolas, qualidade do ar e da atmosfera, poluição da água, qualidade da água, higiene e limpeza, recursos energéticos, recursos hidrológicos, recursos minerais, protecção do ambiente, reservas alimentares, saúde e doenças humanas, higiene e limpeza, substâncias perigosas, tecnologias de guerra, etc.

Percebe-se, então, que o Programa do Currículo Nacional de Ciências da Natureza do 2º CEB em concordância com a Educação CTSA deve estar centrado em temas de relevância social, para que essa perspectiva educacional possa manter e realizar o seu propósito, que é desenvolver o senso de responsabilidade, necessários para a tomada de decisão, possibilitando aos alunos uma leitura crítica do mundo em que vivem.

Os resultados e respectivas conclusões deste estudo apontam para que se continuem a fazer investigações, em Didáctica das Ciências, ao nível dos manuais escolares, nomeadamente, os de Ciências da Natureza. Assim, surge a necessidade de investigar sobre a concepção, a produção, a validação e a monitorização de critérios de selecção de manuais escolares de Ciências da Natureza coerentes com a perspectiva CTSA que contribuam para promover e desenvolver uma educação CTSA e que facilitem a alfabetização científico-tecnológica dos alunos, necessária aos dias de hoje. Perante os resultados do presente estudo é possível constatar que apesar de algumas mudanças, estas ainda não são suficientes para promover uma Educação em Ciências segundo a perspectiva CTSA, tal como defendem Santos (2001), Figueiroa (2001) e Leite (2005).

Relativamente às inter-relações CTSA, quando contempladas pelos manuais escolares de Ciências da Natureza estas, muitas das vezes, são feitas desconectadas da realidade. Por isso, tal como recomenda Santos (2001), consideramos ser necessário definir uma política para a escolha do manual escolar, que assegure qualidade

científico-pedagógica e com um sistema que facilite às escolas uma selecção mais reflectida. Os resultados obtidos da análise dos manuais mostram que estes ainda estão um pouco longe de contribuírem de forma significativa para o desenvolvimento e alfabetização científico-tecnológica dos alunos.

As conclusões deste trabalho, para além de serem concordantes com as de outros estudos desenvolvidos e já mencionados anteriormente, confirmam que a perspectiva CTSA presente nos manuais escolares não é ainda capaz de promover de forma desejada a literacia científica nos alunos. Estas conclusões poderão constituir um ponto de partida para uma reflexão sobre a qualidade pedagógicodidáctica dos manuais escolares, originando futuras implicações na produção, elaboração e selecção de manuais escolares e na formação contínua de professores. Urge a necessidade de analisar, reestruturar, reorganizar e rescrever os manuais escolares utilizados nas nossas escolas, não apenas no que diz respeito aos conteúdos didácticos específicos (educação em Ciência) mas também relativamente aos referenciais de ensino analisados. Assim, relativamente aos manuais escolares é necessário que estes sejam elaborados de modo a contemplarem as recomendações da investigação em Educação em Ciências, nomeadamente no que respeita à perspectiva CTSA, de modo a que esta esteja presente de forma integrada ao longo dos vários conteúdos científicos e unidades temáticas do Programa de Ciências da Natureza do 2ºCEB. Será também necessário desenvolver projectos de investigação onde os manuais escolares sejam concebidos, produzidos e validados segundo a perspectiva CTSA (Martins, 2002). Para isso, talvez seja necessário uniformizar um conjunto de critérios de produção e elaboração de manuais escolares que reflectam a educação CTSA, critérios esses que devem ser definidos por uma equipa especializada em Didáctica das Ciências. Será necessário também que o Ministério da Educação interceda junto das editoras para que estas possam assegurar que os livros disponíveis no mercado foram elaborados de acordo com a perspectiva CTSA. A este respeito, Cachapuz & Praia (1996) apontam no sentido de que as editoras, antes de porem os manuais no mercado, assegurem pareceres detalhados de especialistas em didáctica.

A investigação em Didáctica das Ciências tem revelado que a realidade das práticas pedagógico-didácticas não tem sido consentânea com as orientações CTSA na Educação em Ciências (Pinheiro, 1998). Concretamente, se se focar a atenção em alguns elementos do processo de ensino-aprendizagem das Ciências, como a utilização de recursos, nomeadamente o manual escolar que é por norma o grande expoente, e de actividades de ensino/aprendizagem, verifica-se que as questões científicas,

tecnológicas, sociais e as resultantes das relações entre elas não são convenientemente tratadas na sala de aula, nem nos manuais escolares. Estudos como o de Sequeira (1981) e mais recentemente o de Terneiro-Vieira (1999), concluem que as estratégias como a exposição e o questionamento com base em questões factuais são das mais usadas. Neste contexto, é necessário repensar a construção de manuais de Ciências da Natureza que contemplem um discurso e estratégias/actividades de ensino segundo uma perspectiva CTSA para que, através deles, os professores, mesmo sem grande formação nesta perspectiva, possam por em prática um ensino de âmbito CTSA. A este respeito, Santos & Mortimer (2000) sugerem algumas ideias sobre as estratégias que podem ser usadas, entre elas: resolução de problemas, solução de problemas de laboratório, fóruns, discussões, debates, realização de projectos, redacção de cartas para autoridades, trabalhos de pesquisa, pesquisa de campo, trabalho de acções comunitária, visita a indústrias, e a museus, entre outras, possibilitando o desenvolvimento da alfabetização Científica e Tecnológica dos cidadãos, para que possam participar de processos democráticos e tomar decisões concernentes aos problemas relacionados com a perspectiva CTSA.

Além da construção e elaboração de manuais escolares, também é necessária uma selecção cuidadosa e criteriosa do manual a adoptar a partir dos manuais escolares disponíveis no mercado, uma vez que eles podem 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 selecção não é a mais indicada para promover uma Educação CTSA. Sendo assim, é imprescindível que o Ministério da Educação intervenha na selecção dos manuais escolares, definindo, para isso, um instrumento de análise de manuais único com critérios de selecção pré-estabelecidos por equipas de especialistas na área da Didáctica das Ciências, contribuindo, assim, para a promoção da qualidade do ensino.

Relativamente aos professores, surge a necessidade de uma adequada formação, que contemple a perspectiva CTSA. A interpretação do discurso/informação e das actividades de ensino e aprendizagem quando facultadas pelos manuais escolares segundo uma perspectiva CTSA depende, tal como refere Martins (2002), da formação dos professores que deverá contemplar outras dimensões que não apenas a formação disciplinar específica. O envolvimento e aprofundamento em temáticas actuais, de cariz interdisciplinar, numa perspectiva CTSA, a participação em debates e colóquios sobre questões sociais emergentes, a frequência de exposições científicas, museus, centros de Ciência, parques temáticos e bibliotecas e até mesmo a leitura de revistas científicas ou

técnicas são outros aspectos que a formação dos professores 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 actuais segundo a perspectiva CTSA, para que, desta forma, se contribua para a (re) construção das concepções que os professores têm acerca da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e promoção de práticas didáctico-pedagógicas de qualidade.

Do que foi exposto anteriormente relativamente à abordagem CTSA, quando se consideram os manuais escolares um importante instrumento de acesso ao conhecimento e considerando o que preconizam as Orientações Curriculares, que apresentámos anteriormente, no que diz respeito à formação dos alunos, apresentam-se, seguidamente, algumas sugestões consideradas relevantes para futuras investigações no âmbito da Educação em Ciências com orientação CTSA, pelo que se sugere o seguinte:

(i) A forma como a perspectiva CTSA é explorada nos manuais escolares não reflecte 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 da Natureza do 2ºCEB, bem como dos autores dos manuais dos vários níveis do Ensino Básico. Esse levantamento possibilitaria a concepção, 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 produzirem e a desenvolverem novos manuais escolares concordantes com as finalidades da Educação em Ciências segundo a perspectiva CTSA.

(ii) Dado que a interpretação do discurso/informação e das actividades/estratégias de ensino e aprendizagem quando facultadas pelos manuais escolares segundo uma perspectiva CTSA, depende grande parte da formação dos professores, seria aconselhável um estudo relacionado com a formação contínua de professores. 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) Uma vez que a selecção de manuais escolares é feita nas escolas e por professores que, na sua maioria, têm pouco conhecimento acerca da perspectiva CTSA, tal como defendem Magalhães & Tenreiro-Vieira (2006), Vieira & Martins (2004), realça-se a importância e vantagens de centralizar a selecção de manuais escolares,

recorrendo a uma equipa especializada em Didáctica das Ciências, e em particular na Educação CTSA, de forma a garantir uma selecção mais qualificada de manuais escolares e contribuindo, assim, para a promoção da qualidade do ensino, facilitando a tarefa dos professores, seria, pois, importante realizar um estudo acerca das vantagens da centralização do processo de selecção dos manuais escolares.

(vi) Sendo a perspectiva CTSA ainda pouco apreciável nos manuais escolares de Ciências da Natureza, 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, também, 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 perspectiva CTSA.

3 - LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este trabalho apresenta algumas limitações que, genericamente, se reportam à própria investigação de natureza qualitativa que orientou a análise efectuada, bem como os processos empregues no tratamento dos dados. Deste modo, consideram-se como limitações desta investigação os seguintes aspectos:

- Uma das principais limitações tem a ver com o carácter pouco explícito do discurso utilizado nos textos dos manuais e, dada a análise qualitativa de que foram alvo, poderão ter decorrido inferências na sua interpretação;
- Outra limitação da investigação qualitativa é a questão da objectividade. A percepção que um sujeito/investigador tem sobre determinado fenómeno pode não ser a mesma que um outro investigador tem, uma vez que perante o mesmo fenómeno, investigadores diferentes têm convicções, interesses e até mesmo conhecimentos diferentes que condicionam a interpretação dos dados;
- Outra limitação relaciona-se com o tempo necessário à realização de uma investigação qualitativa, pois observações prolongadas, características deste tipo de investigação, exigem dedicação por parte dos investigadores e isso nem sempre é possível em termos

práticos. No nosso caso, dada a análise rigorosa levada a cabo nesta investigação e o número considerado de manuais que constitui a amostra, seria, portanto, necessário mais tempo disponível para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Education científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 1(1), 3-16. (www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Vol_1_Num_1.htm)
- Acevedo-Díaz, J. A., Acevedo-Romero, P. A., Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, A. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educação. OEI*. (www.campus--oei.org/revista/lectores_mc.htm).
- Aikenhead, G. S., Ryan, A. G., & Fleming, R. W. (1989). *VOSTS – Views on Science--Technology-Society*. Canada: University of Saskatchewan.
- Almeida, J. F. M. (2005). *Concepções e Práticas de Professores do 1º e 2º Ciclos de EB sobre CTS*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Aveiro: Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- Alves, D. F. (2005). *Manuais Escolares de Estudo do Meio, Educação CTS e Pensamento Crítico*. Tese de Mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- 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.
- Brooks, J.G. & Brooks, M. G. (1997). *Construtivismo em sala de aula*. In Pires, D. M. (2005). Textos não publicados de apoio à disciplina de Metodologia do Ensino das Ciências da Natureza. Bragança: Escola Superior de Educação de Bragança.
- 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. Madrid: Education Editores. (www.uvigo.es/educacion.editora/Libro01/htm).
- Cachapuz, A. (2000) *Perspectivas de Ensino*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.

- Cachapuz, A., Praia, J. (1996). *Manuais escolares: Que papéis para a escola do séc. XXI?* Comunicação apresentada na 1ª Conferência Nacional da Escola Superior de Comunicação Social.
- 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.
- 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/lencontro/Actas/textos/Paineis%20Chagas.htm>)
- 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>)
- Fernandes, D. (1991). *Notas sobre os Paradigmas da Investigação em Educação*. Noésis, (18), 64-66. (<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi2/Fernandes.pdf>).
- Fernandes, I. (2006). *Dossier de Estágio de Ciências da Natureza* (trabalho não publicado). Bragança: Escola Superior de Educação de Bragança.
- 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.
- 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.

- 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.
- García, A. T. (2001). *Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía*. In Membiela, P. (ed.). *Enseñanza de las Ciencias desde la Perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedade – Formación científica para la ciudadanía*, 77-89 Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- GAVE – ME – Gabinete de Avaliação Educacional (2007). PISA
- 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.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (1994) *Investigação Qualitativa: Fundamentos e Práticas*, Lisboa, Instituto Piaget.
- Lucas, S. & Vasconcelos, C. (2005) Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. In *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 4 nº 3. (http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N3.pdf)
- 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), pp. 85-110.
- 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-Tecnología-Sociedade – Formación científica para la ciudadanía*, 33-46 Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Martín-Gordilho, M. & Martins, I. P. (2005). Apresentação. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 6 (2), 69-71.
- 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. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol 1, nº 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., Veiga, L. (1999). Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional. (<http://area.dgicd.min-u.pt/innovbasic/biblioteca/cdceb09/cdceb09-pdf.pdf>).
- Martins, V. N. P. (2006). *Avaliação do valor educativo de um software de elaboração de partituras: um estudo de caso com o programa Finale no 1º ciclo*. Tese de Mestrado em Educação - Área de Especialização de Tecnologia Educativa. Universidade do Minho.
- McComas, W., Clough, M. & Almazroa, H. (1998). *The role and the character of the nature of science in science education*. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Netherlands: Kluwer.
- Membiela, P. (2001). *Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las Ciencias*. In P. Membiela (Ed.). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia- Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, 91-103 (2ª ed.). Madrid: Narcea Ediciones.
- Ministério da educação - Departamento da Educação Básica [DEB] (2004). *Organização Curricular e Programas: Ensino Básico - 1º Ciclo* (4ª edição revista). Lisboa: Editorial do ME.
- Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica [DEB] (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: DEB.
- Ministério da Educação - Direcção Geral do ensino Básico e Secundário [DGEBS] (1990). *Reforma Educativa: Ensino Básico, Programa do 1º Ciclo*. Lisboa: ME.
- Ministério da Educação (ME) - Direcção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular [DGIDC] (2010). *Metas de Aprendizagem*. Lisboa: ME – DGIDC. (<http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http://www.metasdeaprendizagem.min-edu.pt/>)
- Ministério da Educação, (1986). Lei nº 46/1986 de 14 de Outubro. Reorganização Escolar do ensino Básico. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação, (1990). Decreto-Lei n 369/90 de 26 de Novembro, Diário da República, Nº 273, I Série. Lisboa: Imprensa Nacional.

- Ministério da Educação, (2001). Decreto-Lei n.º 6/2001 de 18 de Janeiro, *Diário da República*, N.º15, I Série A. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação, (2005). Lei n.º 49/2005 de 30 de Agosto - Lei de Bases do Sistema educativo. *Diário da República*, n.º 237, I série A. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação, (2006). Lei n.º 47/2006 de 28 de Agosto. *Diário da República*, N.º 165, série I. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação, (2007). Decreto-Lei n.º 261/2007, de 17 de Julho, *Diário da República*, N.º 136, I Série. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Ministério da Educação, (2010). Circular n.º2/2010. Adopção de manuais Escolares para o ano 2010/2011.
- 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 Electrónica. Lisboa: ME- GAVE.
- 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.
- Parcerisa, A. (1997). *Materiales curriculares: Como elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. (2ª ed.). Barcelona: Graó.
- 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>).
- Pereira, M. (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa. Universidade Aberta. (<http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/602/616516/index.html>.)
- Pinheiro, M. T. (1998). *Concepções e práticas de professores sobre o ensino contextualizado da química na escolaridade básica: Contributos para a formação contínua*. Dissertação de mestrado (não publicada). Aveiro: Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e tecnologia Educativa.
- Pires, D. et al. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade. Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, XII (2), 129-132.

- Pires, D. M. (2002). *Práticas Pedagógicas Inovadoras em Educação Científica. Tese de Doutoramento*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Pires, D. M. (2010). *Didáctica das Ciências [Colectânea de textos]*. Bragança. Escola Superior de Educação de Bragança.
- Ramos, M. (2004). *A literacia científica: uma necessidade urgente; um desafio à Escola: Contributos para o Painel – Aprendizagens Curriculares, Literacia e Bibliotecas Escolares*. Lisboa: Projecto Gulbenkian. (http://www.theka.org/docs/publicacoes/literacia_cientifica.pdf)
- 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)
- 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, M. (2005a). Cidadania, conhecimento, ciência e educação, CTS. Rumo a "novas" dimensões epistemológicas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS*, 2(6), 137-157. (http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2358232&orden=90007)
- Santos, M. (2005b). *Perspectivas de âmbito Epistemológico para um enfoque didáctico 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. (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. (1999). *Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI. Co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS*. In Actas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, SP.

- Santos, M. E. (2001). *A Cidadania na “Voz” dos Manuais Escolares – O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. (2004). Educação pela ciência e Educação sobre a Ciência nos Manuais Escolares. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4(1), 76-89.
- 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/>).
- Sequeira, M. J. (1981). *Padrões de raciocínio em alunos portugueses: Implicações para o curriculum e ensino das Ciências na escola secundária.* *Aprendizagem/Desenvolvimento*, 1(3), 39-50.
- Serrão, A. et al, (2010). *Pisa 2009. Competências dos Alunos Portugueses - Síntese de Resultados.* Lisboa: Ministério da Educação – GAVE. (http://www.min-edu.pt/data/docs_destaque/Sintese_Resultados_PISA2009.pdf).
- Sutil, N. et. al., (2008). *CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de ciências/física (2000-2007): aspectos epistemológicos e sociológicos.* XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba. (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0003-1.pdf>).
- Tenreiro-Vieira, C. (2004). *A influência de programas de formação focados no pensamento crítico, nas práticas de professores de ciências e no pensamento crítico dos alunos.* Tese de doutoramento (não publicada). Lisboa: Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- 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>).
- Tenreiro-Vieira, C. (2000). O Pensamento Crítico na Educação Científica. Lisboa: Instituto Piaget, Divisão Editorial. In 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.
- UNESCO/ICSU (1999). *Ciência para o Século XXI – Um Novo Compromisso. Declaração sobre a ciência e o conhecimento científico.* Lisboa: UNESCO. (Versão electrónica). (<http://unesco.pt/pdfs/cienc/docs/Declaracaociencia.doc>).

- Vieira, N. (2007). *Literacia Científica e Educação de Ciências. Dois objectivos para a mesma aula*. *Revista Lusófona da Educação*, 10, 97-108.
- Vieira, R. M. & Martins, I. P. (2004). Impacte de um programa de formação com orientação CTS/PC nas concepções e práticas dos professores. In 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.
- 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. & 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. & Martins, I. P. (2005). Formação de Professores Principiantes do Ensino Básico: suas Concepções sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS*, 2 (6), 101-121.
- Vigotsky, L. S. (1988). *Interação entre aprendizado e desenvolvimento*. In Pires, D. (2002). *Práticas Pedagógicas Inovadoras em educação Científica*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies – The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

ANEXOS

ANEXO A: CONSTITUIÇÃO DA VERSÃO PORTUGUESA ABREVIADA DO VOSTS (ADAPTAÇÃO 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 <i>versus</i> 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