

ARTIGOS

CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE NOS DOCUMENTOS CURRICULARES PORTUGUESES DE CIÊNCIAS

ISABEL MARÍLIA BORGES FERNANDES • DELMINA MARIA PIRES • JAIME DELGADO-IGLESIAS

RESUMO

A abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente vem se impondo como uma das recomendações para o ensino das ciências mais fundamentadas pela investigação em didática, tornando-se necessário que esteja presente nos Documentos Oficiais Curriculares. Assim, construiu-se e aplicou-se um instrumento de análise para perceber se as orientações curriculares da educação básica são consentâneas com a perspectiva de ensino ciência-tecnologia-sociedade-ambiente. A análise qualitativa realizada mostra que a referida abordagem está integrada nos documentos curriculares, ainda que fosse desejável um enfoque mais significativo. Esses documentos ainda valorizam pouco os aspetos relacionados com a natureza da ciência, nomeadamente as relações recíprocas ciência-tecnologia-sociedade-ambiente.

EDUCAÇÃO BÁSICA • CURRÍCULO • EDUCAÇÃO CIENTÍFICA • CIÊNCIAS NATURAIS

SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY-ENVIRONMENT IN THE PORTUGUESE CURRICULUM DOCUMENTS OF SCIENCE

ABSTRACT

The science-technology-society-environment approach is becoming one of the recommendations for teaching science since it is best supported by research in didactics, what means that it must be part of the official curricular documents. Thus, an analytical instrument was constructed and used to understand whether the basic education curriculum guidelines are in line with the perspective of teaching science-technology-society-environment. The qualitative analysis performed shows that this approach is integrated into curricular documents, although a more meaningful approach would be desirable. These documents still do not sufficiently take into consideration the aspects related to the nature of science, namely the reciprocal relationships science-technology-society-environment.

BASIC EDUCATION • CURRICULUM • SCIENCE EDUCATION • NATURAL SCIENCES

SCIENCE-TECHNOLOGIE-SOCIÉTÉ-ENVIRONNEMENT DANS LES DOCUMENTS DU PROGRAMME PORTUGAIS DE SCIENCE

RÉSUMÉ

La perspective science-technologie-société-environnement pour l'enseignement des sciences s'avère être une des recommandations les plus étayées par la recherche en didactique, ce qui rend sa présence nécessaire dans les programmes d'études officiels. Un outil d'analyse a été construit et appliqué afin de vérifier si les lignes directrices du curriculum pour l'éducation de base sont compatibles avec une telle perspective. L'analyse qualitative montre que cette perspective est intégrée dans les documents du programme, bien que l'adoption d'une approche plus significative soit souhaitable. Ces documents ne tiennent pas suffisamment compte de certains aspects liés à la nature de la science, notamment aux rapports réciproques de la science-technologie-société-environnement.

ÉDUCATION DE BASE • CURRICULUM • ÉDUCATION SCIENTIFIQUE •
SCIENCES NATURELLES

CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE EN LOS DOCUMENTOS CURRICULARES PORTUGUESES DE CIENCIAS

RESUMEN

El abordaje ciencia-tecnología-sociedad-ambiente se viene imponiendo como una de las recomendaciones para la enseñanza de las ciencias más fundamentadas por la investigación en didáctica, haciéndose necesaria su presencia en los Documentos Oficiales Curriculares. De este modo, se construyó y aplicó un instrumento de análisis para percibir si las orientaciones curriculares de la educación básica son adecuadas a la perspectiva de enseñanza ciencia-tecnología-sociedad-ambiente. El análisis cualitativo realizado muestra que el referido abordaje está integrado a los documentos curriculares, aunque sería deseable un enfoque más significativo. Estos documentos todavía valorizan poco los aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, sobre todo las relaciones recíprocas ciencia-tecnología-sociedad-ambiente.

EDUCACIÓN BÁSICA • CURRÍCULO • EDUCACIÓN CIENTÍFICA •
CIENCIAS NATURELLES

ESTUDOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS (COUSO ET AL., 2011; EURYDICE, 2011; MARTINS et al., 2011; OSBORNE; DILLON, 2008; ROCARD et al., 2007) têm se preocupado com a análise dos currículos de ciências, alertando para a necessidade de os redesenhar de forma a proporcionar uma educação científica contextualizada, adequada aos interesses e às necessidades dos alunos enquanto cidadãos. Na mesma direção apontam, entre outros, os relatórios do *Programme for International Student Assessment – PISA – 2012* (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD, 2013) e European Comission (2010), que alertam para a fraca literacia científica dos alunos e dos cidadãos, em geral.

Nesse contexto, e para promover a literacia científica dos alunos por meio de uma educação científica contextualizada e socialmente relevante, Eurydice (2011), por exemplo, considera essencial que o currículo enfatize conexões com as experiências pessoais dos estudantes e contemple relações entre ciência e tecnologia, bem como questões da sociedade contemporânea. Para além disso, considera, também, a necessidade de o currículo criar a possibilidade de serem discutidos aspetos filosóficos da ciência e aspetos relacionados com a sustentabilidade do planeta e a qualidade de vida. É nesse sentido que a abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (perspetiva CTSA) se vem impondo como uma das recomendações para o ensino das ciências mais fundamentadas pela investigação em didática, tornando-se necessário que esteja presente nas orientações dos Documentos Oficiais Curriculares.

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

A abordagem/perspetiva CTSA parte do pressuposto, entre outros aspetos, de que um dos objetivos do ensino das ciências é formar indivíduos capazes de tomar decisões informadas e responsáveis, reconhecendo e apreciando o papel da ciência e da tecnologia no seu dia a dia. Assume a prioridade da aprendizagem de temas relevantes não só para o aluno, mas também para a sociedade, bem como a aprendizagem dos conceitos científicos a partir de exemplos do dia a dia, tornando a ciência não só mais motivante, mas também mais útil, e o ensino mais contextualizado e atual. Assume, ainda, a **valorização** das interações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente e os aspetos epistemológicos e sociológicos da construção da ciência, encarando-a de forma menos dogmática e menos neutra do que tradicionalmente se faz (GIL-PÉREZ, 1998; VIEIRA, 2003; SANTOS, 2004; MEMBIELA, 2001; FERNANDES; PIRES, 2013; FERNANDES; PIRES; VILLAMAÑÁN, 2014).

Assim, de acordo com as preocupações da comunidade educativa acerca da educação científica, muitos países, entre os quais Portugal e Espanha, por exemplo, têm se esforçado em conceber, e implementar, reformas curriculares com a finalidade de promover a literacia científica dos alunos/cidadãos, enquanto capacidade de usarem o conhecimento científico adquirido na escola em contextos do quotidiano, preparando-os para o exercício da cidadania ativa e consciente. É nesse contexto que a perspetiva CTSA (ciência, tecnologia, sociedade, ambiente) se vem impondo, como já dissemos, como uma metodologia de ensino capaz de promover a desejada literacia científica nos alunos, tornando-os cidadãos esclarecidos e interventivos socialmente e preparando-os para o exercício da cidadania ativa e consciente que é tão solicitada e desejável socialmente (GARCÍA-CARMONA; CRIADO; CAÑAL, 2014; FERNANDES; PIRES; VILLAMAÑÁN, 2014; FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2016; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2012, 2013).

Considerando-se os pressupostos anteriores, é necessário que as diretrizes curriculares expressas nos Documentos Oficiais reflitam e traduzam as recomendações nacionais e internacionais e que delas

emanem linhas de orientação CTSA que forneçam aos professores indicações explícitas que lhes permitam, em sala de aula, implementar práticas pedagógicas promotoras do desenvolvimento da literacia científica dos alunos.

Em Portugal, de acordo com a última revisão da estrutura curricular, em 2011, as Metas Curriculares de Ciências Naturais do Ensino Básico (BONITO et al., 2013), a par do Programa de Ciências do 2º Ciclo do Ensino Básico, volumes I e II, constituem os Documentos Oficiais Curriculares – DOC – de referência para o ensino básico. Assim, foi nossa preocupação perceber se esses documentos orientadores para a educação básica (10-12 anos) consideram recomendações consentâneas com a educação CTSA. Considerou-se importante incidir o estudo no 2º ciclo da educação básica (10-12 anos) dada a curiosidade e o interesse acerca das questões socioambientais que caracterizam os alunos das faixas etárias mais baixas, o que os torna mais recetivos e mais envolvidos no seu debate e exploração.

PREOCUPAÇÕES CENTRAIS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

O atual paradigma didático do ensino das ciências, que enfatiza a educação CTSA, tem se debatido com um problema adicional, não só de ensinar ciência, mas também de ensinar acerca da natureza da ciência (história, filosofia, sociologia...) e das relações que se estabelecem entre esta e a tecnologia, a sociedade e o ambiente. É nesse sentido que várias investigações no âmbito da educação CTSA (FERNANDES; PIRES, 2013; PRIETO; ESPAÑA; MARTÍN, 2012) têm se preocupado com questões como *por que ensinar ciência? Que ciência ensinar? Como ensinar ciência?*, que, no nosso entender, devem nortear a construção de currículos de ciências.

No que concerne ao *porquê ensinar ciência*, a grande meta educativa da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente é, como já referimos, o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, entendida como um conjunto de conhecimentos, competências, valores e atitudes necessários para compreender e atuar de forma consciente no mundo que os rodeia. Nesse sentido, a educação CTSA procura compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou económica que influenciam a mudança científico-tecnológica, como no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (AIKENHEAD, 2009; PRIETO; ESPAÑA; MARTÍN, 2012; FERNANDES; PIRES, 2013).

Relativamente a *que ciência ensinar*, acreditamos, tal como Prieto, España e Martín (2012), que o ensino das ciências requiere a consideração da ciência e da tecnologia como dois sistemas que interagem intelectual e socialmente, bem como a necessidade de selecionar problemas

e exemplos da vida cotidiana (que irão ajudar os alunos a tomar decisões responsáveis, informadas e conscientes), em detrimento de um ensino que enfatize a ciência “pura”, básica e descontextualizada. Esse propósito requer a contextualização dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais em simultâneo. Assim, para implementar a abordagem CTSA, consideram-se fundamentais situações de ensino que levem os alunos a constatar a importância e o uso da ciência e da tecnologia no cotidiano/sociedade e os impactos desse uso no ambiente, bem como a estabelecer relações entre o cotidiano (sociedade/ambiente) e a ciência e a tecnologia. Para isso, é necessário: dar prioridade à aprendizagem de conceitos que sejam importantes e relevantes para as necessidades dos alunos, para o progresso social e para o bem comum, centrando o ensino em temas científicos socioambientais relevantes e controversos; promover a aprendizagem dos conceitos científicos a partir de exemplos do dia a dia, ligando o conhecimento científico ao conhecimento do cotidiano, explorando os tópicos de ciências em função da utilidade social e envolvendo os alunos em aprendizagens significativas e contextualizadas necessárias para compreender o mundo na sua globalidade e complexidade; e valorizar os aspectos epistemológicos e sociológicos da construção da ciência, levando os alunos a reconhecerem as vantagens e as limitações da ciência e da tecnologia, conhecerem, valorizarem e usarem a tecnologia na sua vida pessoal, bem como a confrontarem as explicações científicas com o senso comum (FERNANDES; PIRES, 2013; FERNANDES; PIRES; VILLAMAÑÁN, 2014).

No que respeita ao *como ensinar ciências*, nos últimos anos, os aspectos relacionados com a eficácia das estratégias e métodos de ensino em sala de aula têm sido a grande preocupação de muitas das investigações em didática das ciências com enfoque CTSA (MANASSERO-MAS et al., 2013; FERNANDES; PIRES, 2013). Na nossa opinião, 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, com todos os temas, em qualquer contexto, e que satisfaça todos os objetivos. Seja qual for a prática pedagógico-didática que cada professor defenda, parece-nos que, em qualquer circunstância, deverá ser desenvolvido um conjunto de estratégias diversificadas, entre as quais o debate, o diálogo e a argumentação em sala de aula sobre questões em que se manifestem as interações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, fundamentadas numa perspectiva socioconstrutivista.

METODOLOGIA

O estudo desenvolvido é de natureza essencialmente qualitativa. Para a recolha de dados construiu-se um instrumento de análise já apresentado (FERNANDES; PIRES; VILLAMAÑÁN, 2014), que foi baseado em Silva (2007) e

Pereira (2012), mas adaptado às características da investigação a desenvolver. Esse instrumento de análise foi revisto e reformulado de acordo com os questionários *Views on Science-Technology-Society – VOSTS –* (AIKENHEAD; RYAN, 1992) e *Cuestionário de Opiniones sobre Ciencia, Tecnologia y Sociedad – COCTS –* (MANASSERO-MAS; VÁZQUEZ; ACEVEDO, 2003), que abordam e exploram conteúdos CTSA. O questionário VOSTS é o instrumento que, possivelmente, melhor caracteriza as concepções sobre ciência, tecnologia, sociedade e as suas inter-relações. Vázques *et al.* (2010¹ apud RODRIGUES; VIEIRA, 2012) RODRIGUES; VIEIRA, 2012) apontam esse instrumento como bastante útil e com alguns benefícios, pois consideram que foi desenvolvido de forma empírica, baseado em entrevistas e questionários cujas respostas, dadas por alunos e professores, foram sintetizadas nas frases que constituem as questões. Esse instrumento é composto por questões que envolvem dimensões conceituais, como definições de ciência e tecnologia, interações entre ciência, tecnologia e sociedade, sociologia externa da ciência (relações CTSA), sociologia interna da ciência e a natureza do conhecimento científico. Relativamente ao questionário COCTS, Acevedo-Díaz *et al.* (2007) e Bispo Filho *et al.* (2013) consideram que é uma adaptação ao contexto espanhol do questionário VOSTS e do questionário *Teacher's Belief about Science-Technology-Society – TBA-STs –* (RUBBA; HARKNESS, 1993; RUBBA; SCHONEWEG-BRADFORD; HARKNESS, 1996). Trata-se de um questionário de escolha múltipla desenvolvido para investigar as crenças dos professores sobre os temas CTS, englobando, também, dimensões como definições de ciência e tecnologia, sociologia interna da ciência, sociologia externa da ciência e epistemologia da ciência.

Dadas as enormes potencialidades dos questionários VOSTS e COCTS, ambos foram consultados de forma detalhada. Essa consulta orientou a construção do nosso instrumento de análise e permitiu verificar que os vários indicadores reúnem todos os tópicos sugeridos pelos dois questionários.

Para garantir sua validade e fidelidade, ainda se recorreu a um painel de juízes, especialistas na área da Didática das Ciências, e o instrumento foi apresentado em congresso internacional dessa área de estudo, sujeitando-o à análise pública de especialistas.

O instrumento considera três dimensões que representam as preocupações centrais da educação em ciências: finalidades (*por que ensinar ciência*); conhecimentos (*que ciência ensinar*); e procedimentos metodológicos (*como ensinar ciência*). Cada uma dessas dimensões é descomposta em parâmetros, que operacionalizam as ideias-chave das dimensões e que, por sua vez, integram indicadores que traduzem a concretização das interações CTSA (ver quadros 1, 2 e 3).

A dimensão finalidades (Quadro 1) é decomposta em três parâmetros: FP1 (desenvolvimento de capacidades); FP2 (desenvolvimento de atitudes e valores); e FP3 (educação, cidadania, sustentabilidade e

1 VÁZQUEZ, Ángel; MANASSERO, María Antonia; BENNASSAR, Antoni; TALAVERA, Marisa Montesano; GARCÍA-CARMONA Antonio. *Perspectivas Iberoamericanas en la educación para la ciudadanía aportadas por el proyecto Iberoamericano PIEARCTS*. In: MUNIZ C. A.; SANTOS, W. L. P.; BRAGA, M. A. B.; MACIEL, M. D.; AULER, D.; CHRISPINO, A. (Org.). *Educación para una nova ordem socioambiental no contexto da crise global* (s.p.). In: SEMINÁRIO IBÉRICO-AMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 2., Brasília, Brasil, 2010.

ambiente), sendo que os dois primeiros parâmetros integram um indicador e o FP3 integra dois indicadores.

QUADRO 1 PARÂMETROS E INDICADORES DE ANÁLISE DA DIMENSÃO FINALIDADES

DIMENSÃO FINALIDADES (PARÂMETROS E INDICADORES)
FP1 - Desenvolvimento de capacidades: a. propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos, a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico.
FP2 - Desenvolvimento de atitudes e valores: a. fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos.
FP3 - Educação, cidadania, sustentabilidade e ambiente: a. promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas em face das consequências da ação humana no ambiente; b. promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.

Fonte: Elaboração dos autores.

A dimensão conhecimentos (Quadro 2) inclui cinco parâmetros: CP1 (pertinência do enfoque dos temas); CP2 (discussão de temas polêmicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos); CP3 (influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socioambientais); CP4 (diversidade de conteúdos/temas CTSA); e CP5 (natureza do conhecimento científico-tecnológico), em que os parâmetros CP1, CP2 e CP3 integram dois indicadores, o parâmetro CP4 integra apenas um indicador e o CP5 integra três indicadores.

QUADRO 2 PARÂMETROS E INDICADORES DE ANÁLISE DA DIMENSÃO CONHECIMENTOS

DIMENSÃO CONHECIMENTOS (PARÂMETROS E INDICADORES)
CP1 - Pertinência do enfoque de temas: a. sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia a dia; b. propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.
CP2 - Discussão de temas polêmicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos: a. sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas; b. aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente.
CP3 - Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socioambientais: a. evidencia as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia; b. realça as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.) relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos; c. enfatiza os impactos da sociedade e do ambiente nos avanços científico-tecnológicos.
CP4 - Diversidade de conteúdos/temas CTSA: a. privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber em que se exige a compreensão das interações CTSA.
CP5 - Natureza do conhecimento científico-tecnológico: a. apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos; b. apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática; c. informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer.

Fonte: Elaboração dos autores.

Para a dimensão procedimentos metodológicos (Quadro 3), foi considerado um parâmetro, PMP1 (natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino sugeridas), que integra três indicadores.

QUADRO 3
PARÂMETRO E INDICADORES DE ANÁLISE DA DIMENSÃO PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

DIMENSÃO PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (PARÂMETRO E INDICADORES)
PMP1 - Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino sugeridas: a. propõe a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula; b. propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo, etc. para exploração das relações CTSA; c. propõe o envolvimento ativo do aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões em que se manifestem as interações CTSA.

Fonte: Elaboração dos autores.

Convém salientar que os indicadores FP1a, CP1a e PMP1a não se relacionam diretamente com a perspetiva/abordagem CTSA, apresentando-se com um carácter genérico com o objetivo de perceber se os documentos em análise assumem a preocupação de desenvolver as competências que são necessárias/que estão na base da compreensão das relações e das interações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Em síntese, afirmamos que a grande finalidade do estudo desenvolvido foi perceber a adequabilidade dos Documentos Oficiais Curriculares no que diz respeito à perspetiva de ensino CTSA, quanto: às *finalidades* do ensino das ciências (desenvolvimento de capacidades, atitudes e educação para a cidadania); aos *conhecimentos de ciências* (em que estejam presentes interações CTSA, como, por exemplo, temas polémicos e controversos acerca da ciência e da tecnologia, referências às pressões e aos constrangimentos inerentes ao trabalho dos cientistas, características individuais dos cientistas, como a motivação, a responsabilidade, a cooperação ou a capacidade de trabalho, etc.); e aos *procedimentos metodológicos* (estratégias e atividades de ensino utilizadas para concretizar as aprendizagens, tais como atividades de argumentação, pesquisas e debates sobre questões em que se manifestem as interações CTSA).

Os Documentos Oficiais Curriculares analisados foram identificados como MC (Metas Curriculares) e OCP (Organização Curricular e Programas Volumes I e II).

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A perspetiva CTSA está contemplada quer nas MC, quer nos OCP, embora não apareça com igual representatividade no que diz respeito às três dimensões consideradas (finalidades, conhecimentos e procedimentos metodológicos) e nem sempre esteja presente com o mesmo grau de

explicitação. Quando os pressupostos assumidos nos indicadores de análise estão presentes, de forma clara e precisa, nos episódios identificados nos documentos, consideraram-se esses episódios explícitos. Quando os pressupostos assumidos nos indicadores não estão claramente expressos nos episódios identificados, mas há uma frase, uma expressão ou uma imagem que podem servir de base para o seu desenvolvimento, foram considerados episódios implícitos.

Para clarificar a análise efetuada, damos um exemplo de um episódio em que consideramos que as orientações para a abordagem CTSA estão presentes de forma explícita e outro em que essas orientações estão contempladas de forma implícita.

Episódio explícito do indicador FP2a (*fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos*): “Contribuir para uma tomada de consciência da responsabilidade individual a nível da saúde, como bem comum” (PORTUGAL, 1991, v. I, p. 177). Consideramos que esse episódio é explícito relativamente ao desenvolvimento de atitudes e valores, uma vez que, ao chamar a atenção para a necessidade da tomada de consciência da responsabilidade individual a nível da saúde como bem comum de todos os cidadãos (relação ciência-sociedade), o aluno desenvolve normas de conduta individuais e coletivas necessárias à sua formação enquanto indivíduo e cidadão consciente.

Episódio implícito do indicador PMP1b (*propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo, etc. para exploração das relações CTSA*): “Observação da água de um charco ‘a olho nu’ e ao microscópio” (PORTUGAL, 1991, v. II, p. 16). Essa sugestão metodológica propõe a realização de uma atividade prática sem tecnologia (a olho nu) e com tecnologia (microscópio). Essa atividade pode apontar (ainda que de forma implícita) para a relação entre a ciência e a tecnologia, pois vai permitir ao aluno comparar e distinguir as observações feitas (seres microscópicos), com ou sem a ajuda do microscópio.

A consideração dos episódios implícitos parece-nos ser de fundamental importância, pois, ainda que não façam sentido para todos os professores, podem ser muito úteis e importantes para um professor com formação no âmbito CTSA ou com sensibilidade para as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente que os pode interpretar e dar-lhes sentido, contribuindo, assim, para uma melhor educação CTSA.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos pela análise dos Documentos Oficiais Curriculares (MC e OCP). Esses resultados estão expressos por dimensão de análise e em função da representatividade e do grau de explicitação dos episódios identificados.

TABELA 1
EPISÓDIOS EXPLÍCITOS E IMPLÍCITOS IDENTIFICADOS NOS DOCUMENTOS OFICIAIS (MC E OCP), SEGUNDO DIMENSÃO DE ANÁLISE

DIMENSÃO	DOCUMENTOS OFICIAIS CURRICULARES						TOTAL DE EPISÓDIOS
	MC			OCP			
	EXPLÍCITO	IMPLÍCITO	TOTAL	EXPLÍCITO	IMPLÍCITO	TOTAL	
Finalidades							
N. abs.	14	0	14	26	3	29	43
%	17,5	0,0	17,5	32,5	3,8	36,3	53,7
Conhecimentos							
N. abs.	13	0	13	12	0	12	25
%	16,3	0,0	16,3	15,0	0,0	15,0	31,3
Procedimentos metodológicos							
N. abs.	0	0	0	10	2	12	12
%	0,0	0,0	0,0	12,5	2,5	15,0	15,0
Total							
N. abs.	27	0	27	48	5	53	80
%	33,7	0,0	33,7	60,0	6,3	66,3	100,0

Fonte: Elaboração dos autores.

De acordo com a Tabela 1, identificaram-se 80 episódios CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares (DOC), sendo maioritariamente nos OCP (Organização Curricular e Programas Volumes I e II). No documento MC (Metas Curriculares) foram encontrados apenas 27 episódios, representando 33,7% do total de episódios referenciados, enquanto nos OCP se identificaram 53 episódios, o que corresponde a 66,3% do total.

Constata-se, também, que a representatividade dos episódios não é a mesma no que diz respeito às três dimensões (finalidades, conhecimentos e procedimentos metodológicos) consideradas no instrumento de análise.

A dimensão finalidades é a mais representativa, com 43 episódios (53,7% do total de episódios identificados), seguida pela dimensão conhecimentos, com 25 episódios (31,3% do total) e procedimentos metodológicos, com apenas 12 episódios (15% do total). Essa discrepância do número de episódios identificados por dimensão de análise ocorre nos dois documentos estudados (MC e OCP), com número diferente, mas em ambos a dimensão finalidades é a que contempla mais episódios, seguida por conhecimentos e procedimentos metodológicos.

DIMENSÃO FINALIDADES

De acordo com a interpretação da Tabela 1, se considerados os dois documentos em separado, observa-se que, no que diz respeito ao *porquê* ensinar ciência (dimensão finalidades), nos documentos MC se evidenciam, apenas, 14 episódios, ainda que todos explícitos, correspondendo a 17,5% do total de episódios identificados, enquanto

nos OCP encontram-se 29 episódios, dos quais 26 são explícitos (32,5% dos episódios identificados) e só três são implícitos (3,8% dos episódios identificados).

Ambos os documentos são claros quanto ao desenvolvimento social dos alunos, alertando para as consequências da ação humana no ambiente e para a necessidade da sua proteção, promovendo o desenvolvimento de consciência ecológica, bem como a educação para a cidadania e sustentabilidade, embora se restrinjam à escala local. A esse respeito, os documentos OCP consideram, por exemplo, que: “Pretende-se que, no desenvolvimento da diversidade dos seres vivos, seja encarada a perspectiva da protecção à Natureza” (PORTUGAL, 1991, v. II, p. 14). A informação apresentada é explícita quanto àquilo que se pretende, ou seja, que os conteúdos científicos sejam abordados tendo em conta a proteção da natureza (relação ciência-sociedade-ambiente), o que pressupõe o envolvimento dos alunos em questões problemáticas atuais, como é o caso, por exemplo, da extinção das espécies e da biodiversidade, o que, por sua vez, possibilita a educação para a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.

Por sua vez, as MC consideram que o aluno deve ser capaz de “Explicar as consequências da poluição e da contaminação da água” (BONITO et al., 2013, p. 4). Essa competência de saber explicar consequências possibilitará o desenvolvimento do aluno enquanto cidadão informado, responsável e envolvido na resolução de problemas que lhe afetam a qualidade de vida. Esse episódio apresenta informação clara e evidente no que concerne à educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente, pois pretende que os alunos compreendam as relações que se estabelecem entre a sociedade e o ambiente na medida em que considera que sejam capazes de explicar, argumentar e tomar decisões conscientes em face da poluição e da contaminação da água, como consequências da ação humana (relação ciência-sociedade-ambiente).

No entanto, apenas os documentos OCP são claros quanto à necessidade de promover o desenvolvimento pessoal dos alunos (desenvolvimento de processos científicos, capacidade de resolução de problemas, de pensamento crítico, promoção de atitudes, valores e decisões informadas).

DIMENSÃO CONHECIMENTOS

No que se refere a *que* ciência ensinar (dimensão conhecimentos), registaram-se 13 episódios nos MC (16,3% do total dos episódios identificados) e 12 nos OCP (15% do total). Ainda que o número não seja muito significativo, todos os episódios identificados foram considerados explícitos. Ambos os documentos propõem a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social, mas apenas os OCP sugerem uma abordagem contextualizada de temas atuais relacionados com os

conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia a dia. De igual forma, os dois documentos (MC e OCP) enfatizam pouco a abordagem de temas polémicos sociocontroversos relacionados com os avanços científico-tecnológicos e fazem referências, ainda que muito vagas, às vantagens e aos limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como aos seus impactos na sociedade/ambiente.

Em ambos foram identificadas informações explícitas, embora pontuais, relativas às relações recíprocas que se estabelecem entre a ciência e a tecnologia e às suas influências na sociedade. Contudo, o mesmo não acontece com a influência dos impactos da sociedade nos avanços científico-tecnológicos. Por exemplo, no documento MC há a indicação de que o aluno deve ser capaz de “Associar alguns métodos e instrumentos usados na agricultura ao avanço científico e tecnológico” (BONITO et al., 2013, p. 3). O texto é explícito quanto à intenção de evidenciar as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia, pois pretende que sejam dadas indicações esclarecedoras de que o aparecimento de novos métodos e instrumentos de trabalho agrícolas depende do avanço científico e tecnológico (relação ciência-tecnologia).

Quanto à diversidade de temas/conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber, que exigem a compreensão das inter-relações CTSA, não existe qualquer referência nos Documentos Oficiais Curriculares analisados.

Relativamente à natureza do conhecimento científico-tecnológico, os dois documentos omitem os aspetos éticos e morais relacionados com o trabalho dos cientistas e as pressões que podem sofrer. Porém, os documentos *Organização Curricular e Programas Volume I e II* sugerem, de forma explícita, ainda que, mais uma vez, pontualmente, que o conhecimento científico é uma construção humana e que tem carácter provisório e evolutivo:

O ensino deverá ser problematizado, questionando as alternativas e o valor de soluções fornecidas pela Ciência, sendo de tornar relevante que, à medida que o ambiente sócio-cultural se altera e as técnicas de investigação melhoram, hipóteses e teorias bem estabelecidas podem ser desafiadas, modificadas e até substituídas. (PORTUGAL, 1991, v. I, p. 185)

Esse excerto é claro quando refere que o ensino deve ser problematizado e que as soluções fornecidas pela ciência ao longo dos tempos devem ser questionadas, do que se depreende que o conhecimento científico é de carácter provisório e, portanto, o texto apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática. Além disso, o texto informa que este carácter provisório do conhecimento científico deve-se ao facto de o ambiente sociocultural se alterar e as técnicas de investigação

melhorarem, ou seja, alerta para o impacto que a mudança da sociedade e do ambiente tem nos avanços do conhecimento científico-tecnológico (relação ciência-tecnologia-sociedade-ambiente).

DIMENSÃO PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Relativamente ao *como* ensinar ciência (dimensão procedimentos metodológicos), evidenciaram-se 12 episódios (foi a dimensão que registou menos episódios, 15% do total) e todos nos OCP. Destes, dez são episódios explícitos (12,5% do total de episódios) e dois são implícitos (2,5% do total dos episódios). Embora pouco frequentes, como já dissemos, apenas representando 15% da totalidade dos episódios CTSA identificados nos Documentos Oficiais analisados, os OCP recomendam o uso de diferentes recursos e fontes de informação. Também recomendam, e de forma explícita, embora menos frequente do que no caso anterior (apenas em situações pontuais relacionadas com o ambiente), a realização de atividades práticas/experimentais e de resolução de problemas, bem como a realização de debates e pesquisas sobre questões em que se manifestem interações CTSA. A esse respeito, o documento *Organização Curricular e Programas Volume I* sugere que se deve “Desenvolver uma metodologia experimental na abordagem dos problemas que facilite a compreensão do mundo natural e tecnológico em que vivemos” (PORTUGAL, 1991, v. I, p. 186). Essa finalidade aponta de forma explícita para a importância de uma metodologia experimental como forma de abordar os problemas e compreender o mundo natural e tecnológico, o que pressupõe a exploração das relações CTSA (ciência-tecnologia-sociedade-ambiente) envolvidas.

A partir dos dados apresentados, percebemos que os Documentos Oficiais Curriculares enfatizam a abordagem da ciência de forma integrada, relacionada com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e são bastante enfáticos quanto à necessidade de desenvolver nos alunos, para além de capacidades cognitivas, capacidades atitudinais e competências pessoais e sociais (*porque* ensinar ciência), ainda que, com maior relevância nos OCP do que nos MC, são pouco alusivos à abordagem CTSA no que diz respeito a *que* ciência ensinar e ao *como* ensinar ciência. Tanto os MC como os OCP fazem recomendações limitadas, ou seja, fornecem pouca informação acerca dos conhecimentos/conteúdos considerados essenciais para os alunos. Apenas nos OCP foram identificadas referências quanto a estratégias e atividades de ensino em que se manifestem as interações CTSA (por exemplo, atividades de argumentação, pesquisas e debates), mas que consideramos insuficientes para suscitarem procedimentos metodológicos de índole CTSA aos professores menos recetivos (ou menos conhecedores) dessa abordagem.

CONCLUSÕES

Nos Documentos Oficiais Curriculares analisados (Metas Curriculares – MC – e Orientações Curriculares e Programas – OCP), a maior parte dos episódios CTSA identificados são explícitos, embora não muito numerosos. Ambos os documentos valorizam predominantemente a dimensão finalidades (*por quê* ensinar ciência), seguida das dimensões conhecimentos (*que* ciência ensinar) e procedimentos metodológicos (*como* ensinar ciência), sendo esta última dimensão apenas valorizada nos OCP.

No que diz respeito à dimensão finalidades (o *porquê* ensinar ciência), ambos os documentos têm bastantes referências que fomentam o desenvolvimento pessoal (capacidades, atitudes e valores) e social (educação para a cidadania, sustentabilidade e ambiente) dos alunos, e fazem-no de forma bastante clara e perceptível. Tais resultados permitem-nos concluir que qualquer professor que consulte estes documentos tem referências claras de índole CTSA relacionadas com o *porquê* ensinar ciência.

No que concerne à dimensão conhecimentos (*que* ciência ensinar), os dois documentos apresentam algumas referências que, embora poucas, são claras e explícitas. Os documentos contemplam alguns aspetos relacionados com a perspetiva CTSA, sobretudo, no que se refere à necessidade de discutir os temas científicos em função da sua utilidade social e à necessidade de evidenciar as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia, bem como à importância de contextualizar o ensino das ciências, realçando as vantagens do conhecimento científico-tecnológico. Porém, são ainda pouco explorados e evidentes os aspetos relacionados com a natureza da ciência, nomeadamente as relações recíprocas ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, ou com o carácter transitório do conhecimento científico e os condicionalismos inerentes à sua construção (aspetos relacionados com o trabalho dos cientistas, que têm a ver com as características e os seus valores éticos e morais, com as questões éticas e morais que o trabalho científico envolve ou, mesmo, com as pressões que podem sofrer ou com a partilha de dados, etc.). Também não é promovida a discussão de temas científicos socio-controversos, considerados excelentes para explorar as relações CTSA. Não há referência a situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas ou a situações que mostrem os impactos da sociedade e do ambiente nos avanços científico-tecnológicos. Estamos convictos que, embora a conceptualização dessas ideias seja difícil e requeira uma atenção e um cuidado especiais, por serem especialmente complexas, a sua adaptação ao nível da educação básica é necessária e premente para uma adequada educação científica, contextualizada e promotora de uma cidadania ativa e informada. Em jeito de síntese, pode-se dizer que, relativamente a essa dimensão, os resultados obtidos indicam que as referências CTSA

expressas podem ser claramente entendidas por qualquer professor que consulte os Documentos Oficiais Curriculares, pena é que sejam tão poucas e que não se referiram à maior parte dos aspetos relacionados com *que* ciência ensinar, na perspetiva CTSA.

No que se refere à dimensão procedimentos metodológicos (*como* ensinar ciência), as referências reconhecidas, ainda que sendo todas explícitas, foram poucas e apenas identificadas nos OCP. Para além disso, essas referências têm a ver, principalmente, com o indicador PMP1.a (natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino sugeridas: propõe a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula) que não se relaciona diretamente com a perspetiva CTSA, como já dissemos anteriormente. Assim, fornecem pouca informação ou orientação metodológica sobre *como* ensinar ciências na perspetiva CTSA, não ajudando os professores a colocar em prática estratégias e atividades de ensino que fomentem a concretização de uma educação científica contextualizada, que capacite os alunos para o exercício da cidadania ativa e consciente, capazes de usarem as competências desenvolvidas na escola em contextos do quotidiano, ou seja, que seja promotora da literacia científica dos alunos.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen. S. *Educação científica para todos*. Mangualde, PT: Pedago, 2009.

AIKENHEAD, Glen. S.; RYAN, Alan. G. The development of a new instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, New York, v. 5, n. 76, p. 477-491, 1992.

ACEVEDO-DÍAZ, José A. et al. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz, ES, v. 4, n. 1, p. 42-66, 2007.

BISPO FILHO, Djalma de O. et al. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, ES, v. 12, n. 2, p. 313-333, 2013. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/reec_12_2_5_ex649.pdf>. Acesso em: out. 2013.

BONITO, Jorge et al. *Metas curriculares ensino básico: ciências naturais – 5º, 6º, 7º e 8º ano*. Lisboa: Ministério da Educação, 2013.

COUSO, Digna et al. *Informe Enciende: enseñanza de las ciencias en didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE, 2011. 118 p. Disponível em: <http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf>. Acesso em: set. 2012.

EUROBAROMETER. *Science and technology: report*. European Commission, 2010 (Special Eurobarometer. 340). Disponível em: <http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_340_en.pdf>. Acesso em: set. 2012.

EURYDICE. *Science education in Europe: national policies, practices and research*. Brussels: EACEA, 2011. Disponível em: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf>. Acesso em: set. 2012.

FERNANDES, Isabel M.; PIRES, Delmina. As inter-relações CTSA nos manuais escolares de ciências do 2º CEB. *Euser: Revista de Educação*, Bragança, SP, v. 5, n. 2, p. 35-47, 2013.

FERNANDES, Isabel M.; PIRES, Delmina; DELGADO-IGLESIAS, Jaime. Integração de conteúdos CTSA no currículo e nos manuais escolares portugueses de ciências do 2º CEB: que relação de continuidade/descontinuidade? *Indagatio Didactica*, Aveiro, PT, v. 8, n. 1, p. 986-999, 2016.

FERNANDES, Isabel M.; PIRES, Delmina; VILLAMAÑÁN, Rosa. Educación científica con enfoque CTSA: construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. *Formación Universitaria*, Chile, v. 7, n. 5, p. 23-32, 2014.

GARCÍA-CARMONA, Antonio; CRIADO, Ana; CAÑAL, Pedro. ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 32, n. 1, p. 139-157, 2014.

GIL-PÉREZ, Daniel. El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, v. 18, p. 69-90, 1998.

MANASSERO-MAS, Maria Antonia; VÁZQUEZ, Alonso; ACEVEDO, José. A. *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service, 2003. Disponível em: <<http://www.ets.org/testcoll/>>. Acesso em: nov. 2012.

MANASSERO-MAS, Maria Antonia et al. Innovar la educación en ciencias a través de enseñar y aprender acerca de la naturaleza de ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, número extra, p. 2103-2108, 2013.

MARTINS, Idalina et al. Impacto do currículo português das ciências físicas e naturais nas práticas docentes. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, p. 771-788, 2011.

MEMBIELA, Pedro. Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las Ciencias. In: MEMBIELA, Pedro (Ed.). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Narcea, 2001.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. *PISA 2012 results: what students know and can do – student performance in mathematics, reading and science*, v. I. OECD, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264201118-en>>. Acesso em: jan. 2014.

OSBORNE, Jonathan; DILLON, Justin. *Science education in Europe: critical reflections – A report to the Nuffield Foundation*. London: Nuffield Foundation, 2008. Disponível em: <http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf>. Acesso em: out. 2012.

PEREIRA, Sara. *Educação em ciências em contexto pré-escolar*. 2012. 488 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Aveiro, Aveiro, PT, 2012.

PORTUGAL. Ministério da Educação. Direção Geral dos Ensinos Básico e Secundário. *Ensino básico 2.º ciclo: organização curricular e programas*. Lisboa: INCM, 1991. v. I e II.

PRIETO, Teresa; ESPAÑA, Enrique; MARTÍN, Carolina. Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz, ES, v. 9, n. 1, p. 71-77, 2012.

ROCARD, Michael et al. *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia, 2007. High Level Group on Science Education.

RODRIGUES, Maria; VIEIRA, Rui. Programa de formação de educadoras de infância: seu contributo para a (re)construção de concepções Ciência-Tecnologia-Sociedade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 3, n. 11, p. 501-520, 2012.

RUBBA, Peter A.; HARKNESS, William J. Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, v. 77, n. 4, p. 407-431, 1993.

RUBBA, Peter A.; SCHONEWEG-BRADFORD, C.; HARKNESS, William. J. A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, v. 18, p. 387-400, 1996.

SANTOS, Maria. Educação pela ciência e educação sobre a ciência nos manuais escolares. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 76-89, 2004.

SILVA, Ana. *Educação em ciências no 1º CEB: desenvolvimento de competências em contextos CTSA*. 2007. 293 f. Tese (Mestrado) – Departamento Didática e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, PT, 2007.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui M. Co(relação) entre a literacia científica e pensamento crítico no contexto da educação em ciências com orientação CTS. In: SEMINARIO IBÉRICO, 7., ; SEMINARIO IBEROAMERICANO CTS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 3., 2012, Madrid. *Anais...* Madrid, Espanha: OEI, 2012.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui M. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 52, p. 183-242, 2013.

VIEIRA, Rui M. *Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclo do ensino básico para uma educação em ciências com orientação CTS/PC*. 2003. 679 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, PT, 2003.

ISABEL MARÍLIA BORGES FERNANDES

Doutoramento internacional em Investigação em Didática das Ciências Sociais, Experimentais e Matemáticas, pela Universidade de Valladolid – Facultad de Educación y Trabajo Social – Universidad de Valladolid, España
isabel.fernandes@ipb.pt

DELMINA MARIA PIRES

Professora adjunta da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal
piresd@ipb.pt

JAIME DELGADO-IGLESIAS

Professor da Facultad de Educación y Trabajo Social da Universidad de Valladolid, Valladolid, España
jdelgado@dce.uva.es