

REVISITANDO ORIENTAÇÕES CTS|CTSA NA EDUCAÇÃO E NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

REVIEWING STS|STSE GUIDELINES IN EDUCATION AND SCIENCE TEACHING

REVISANDO LAS DIRECTRICES DEL CTS|CTSA EN LA EDUCACIÓN Y EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Isabel P. Martins

CIDTFF & Universidade de Aveiro, Portugal
imartins@ua.pt

RESUMO | A educação em ciências, numa perspetiva de cultura científica, é um propósito das sociedades contemporâneas. Perceber como evoluíram as orientações dadas ao ensino das ciências nas últimas décadas e que autores, projetos, revistas dedicadas, congressos e seminários foram marcantes, permitirá compreender a génese e a afirmação do movimento CTS | CTSA, difundido em países de quase todos os continentes. De que modo o pensamento CTS | CTSA na educação em ciências se repercutiu em orientações curriculares, programas, estratégias e recursos didáticos, com vista a alcançar uma cidadania mais culta do ponto de vista científico, é o cerne deste artigo. Advoga-se que a inovação em educação e as políticas educativas deverão ter em conta resultados da investigação própria.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em ciências, CTS | CTSA, Cultura científica, Contextualização, Currículo de ciências.

ABSTRACT | Science education, from a scientific culture viewpoint, is a goal of contemporary societies. An in-depth understanding of how science teaching guidelines have evolved in recent decades as well as of the authors, projects, specific journals, congresses and seminars that have stood out in this research field will allow us to understand how the STS|STSE movement emerged and grew stronger, having been disseminated in countries of nearly every continent. This paper aims at reflecting upon how STS|STSE thinking within the scope of science education has had an impact in curricular orientations and programs, strategies and didactic resources, in order to achieve a more cultured citizenship from a scientific point of view. It is argued that innovation in education and in educational policies will always depend on its own research.

KEYWORDS: Science education, STS | STSE, Scientific culture, Contextualization, Science curriculum.

RESUMEN | La educación científica, desde la perspectiva de la cultura científica, es un propósito de las sociedades contemporâneas. Comprender cómo han evolucionado las directrices dadas a la enseñanza de la ciencia en las últimas décadas y qué autores, proyectos, revistas especializadas, congresos y seminarios han sido destacados, nos permitirá comprender la génesis y afirmación del movimiento CTS|CTSA, extendido en países de casi todos los continentes. El núcleo de este artículo es cómo el pensamiento CTS | CTSA en educación científica se ha reflejado en las orientaciones y programas curriculares, las estrategias y los recursos didáticos, de cara a lograr una ciudadanía más culta desde el punto de vista científico. Se argumenta que la innovación en educación y las políticas educativas deben tener en cuenta los resultados de su investigación.

PALABRAS CLAVE: Educación científica, CTS | CTSA, Cultura científica, Contextualización, Currículum de ciencias.

1. INTRODUÇÃO

A investigação em educação em ciência /educação em ciências (*science education*, na terminologia anglo saxónica) existe há cerca de 100 anos. Com efeito, a primeira revista académica da área, *General Science Quarterly*, foi publicada pela primeira vez em novembro de 1916, iniciando-se esse No. 1 com um artigo de John Dewey intitulado “Method in Science Teaching”. Desde então, a revista continuou a ser publicada de forma regular. Em 1930 mudou o nome para *Science Education* e assim se manteve até hoje (vol. 104, em janeiro de 2020). No entanto, só perto do final do século XX a área de educação em ciência adquiriu, segundo Fensham, o estatuto de área científica autónoma (Liu & Wang, 2019). O número extraordinário de publicações, tais como revistas científicas dedicadas, *handbooks*, congressos internacionais, programas doutorais em universidades prestigiadas, financiamento da investigação com base nos mesmos critérios das outras áreas científicas, conferem-lhe um estatuto de área científica que não pode ser negado. Apesar destes requisitos, é opinião de muitos de nós que ainda estamos longe de ser reconhecidos como tendo uma posição equivalente à das áreas científicas tradicionais. Este é um tema que merece ser, futuramente, abordado de forma dedicada.

Outras questões se podem colocar ainda. Por exemplo, Educação em Ciências pode ser uma disciplina curricular, como acontece com Física, Química, Biologia ou Matemática? Que razões existem para se distinguir educação em ciência de educação em ciências? Será este um problema de natureza conceptual?

Apesar destas questões, eventualmente legítimas, o presente texto pretende seguir um caminho mais objetivo, assumindo, desde já, a educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) como um ramo (ou uma dimensão) da educação em ciência/ciências.

Por razões de focagem do presente texto na educação e no ensino das ciências, não serão abordados aqui outro tipo de estudos CTS como, por exemplo, aqueles que buscam compreender e aprofundar a dimensão social da ciência e da tecnologia, quer quanto aos seus antecedentes, quer quanto às suas repercussões éticas, ambientais ou culturais, os quais se situam no campo da Sociologia ou da Filosofia da Ciência.

2. EDUCAÇÃO E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A importância da educação para todos é um lugar comum e poucos (ou nenhuns) argumentos novos podem ser acrescentados. Muitos dos textos publicados sobre o tema, há duas décadas atrás, parecem-nos atuais quanto à pertinência dos princípios e propostas que advogam.

A sociedade evoluiu no domínio tecnológico, a população mundial cresceu, a esperança de vida continua a aumentar, novos problemas surgem, uns resultantes de catástrofes naturais e, por isso, não controláveis, outros de origem humana, as epidemias virais tornam-se uma ameaça para a humanidade, mas a consciência de muitos sobre as causas de graves problemas ambientais não é, no entanto, razão para gerar consenso sobre medidas a tomar pelos poderes políticos. Praticamente todos os dias existem situações novas e é corrente afirmar-se a importância da intervenção da escola, isto é, da educação formal. Mas, afinal, qual é o papel da escola? Serão os decisores políticos da educação e os professores a ‘chave de resolução’ de tantos e tão graves problemas? Claro que a resposta será ‘não’. Aliás, não existe nenhuma situação grave cuja solução dependa apenas da intervenção de um grupo particular. Ainda que caiba à escola um papel importante, quando estariam disponíveis e ativos civicamente os estudantes que hoje

a frequentam? No entanto, esta constatação não dispensa a intervenção de investigadores, educadores e poder político. Será sobre esse papel o foco do presente texto construído como uma reflexão sobre alguns dos momentos importantes das últimas décadas no domínio da educação em ciências em contexto escolar, sobretudo nos ensinamentos básico e secundário. A escolha dos destaques que se seguem poderá sempre ser questionada. Dirão uns que foram omitidos marcos, projetos, autores e ideias importantes. Dirão outros que o importante seria centrarmos em temas educativos que nos afetam hoje diretamente, ou a outros com quem partilhamos propósitos e desafios, em vez de visitar um passado mesmo recente. O que, a seguir, se descreve será, portanto, uma parte da história da educação em ciências, dos progressos alcançados, dos desafios que persistem, apesar de muitos esforços já desenvolvidos para solucionar problemas.

Investigar em educação para fundamentar intervenções, não é isento de riscos de opinião contrária, quer do público, quer de políticos, em particular. Para muitos, se o que foi 'demonstrado' não funciona é porque não se trata de conhecimento científico. Ora, a questão não é tão linear. Há problemas idênticos em várias épocas ou em diferentes lugares geográficos, mas as soluções terão de ser diferentes. Aliás, os problemas repetem-se ao longo dos tempos, não porque não tenha havido intervenção, mas porque as soluções hoje precisam de ser outras.

Quando se fala de globalização da educação, estamos longe de pensar, ou defender, que a educação em contexto escolar deveria ser a mesma em todo o mundo. Isso não é possível, nem poderia ser praticado, dados os fatores que condicionam o que é exequível fazer, assim como as aspirações legítimas de cada sociedade, em cada época. Mas aquilo que se constata é que os problemas da escola, em termos de aprendizagens desejáveis a alcançar por todos, a reduzida motivação dos alunos por temas e contextos académicos, por exemplo, são transversais a muitos países. Por isso, compreender o que foi feito por outros poderá ajudar-nos a desenhar formas de ultrapassar os nossos problemas. A investigação científica em educação tem esse propósito: o conhecimento construído sobre casos e contextos particulares abre portas a soluções novas para esses e outros públicos.

3. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E ENSINO DAS CIÊNCIAS

A educação em ciências, o ensino das ciências, as aprendizagens em ciências, são temas intrinsecamente relacionados e, por isso, relacionáveis. A forma como projetamos tais relações dependem dos quadros de referência usados.

Assume-se, como ponto de partida, que a educação em ciências é para todos e todos devem aprender alguma Ciência. As ciências são hoje uma componente curricular da escolaridade obrigatória na maioria dos países, embora não sejam idênticos os anos de escolaridade para o seu início, nem o número de anos em que se estuda ciências, seja de cariz generalista (currículo comum a todos os alunos) ou de escolha /orientação curricular por áreas. Também vai variando a organização disciplinar: área integrada nos primeiros anos, multidisciplinar (por exemplo, Ciência da Natureza / Ciências Naturais), bidisciplinar (Física e Química; Biologia e Geologia) e, por fim, disciplinar (Física, Química, Biologia, Geologia).

As razões para a inclusão de ciências (ou das ciências) nos currículos assentam em dois pressupostos. O primeiro é que o conhecimento científico faz parte do património cultural da humanidade e, portanto, a formação em contexto escolar deve incorporar princípios, leis e conhecimento factual relevante na história da ciência. Como aprender ciências é uma tarefa

árdua necessita, por isso, de professores preparados cientificamente (didática e saber disciplinar) para o seu ensino. Tão-pouco se pense que tal preparação é apenas necessária para anos de escolaridade mais avançados (Rodrigues & Martins, 2018). O segundo pressuposto é que o conhecimento científico capacita os indivíduos para melhor saberem compreender o mundo que os cerca e, portanto, melhor saberem tomar decisões sobre situações-problema de dimensão científico-tecnológica. Enquanto o primeiro pressuposto é de natureza cultural, o segundo é de cariz prático-funcional.

Muito se tem argumentado sobre o público-alvo da educação em Ciência, isto é, *para quem* e qual é a sua finalidade, ou seja, *para quê*. Uma síntese dos argumentos mais usados é sistematizada por Cachapuz, Praia e Jorge (2002), os quais se socorrem de outros autores. A discussão de *para quem*, está resolvida, em cada país, pelo poder político quando define o currículo escolar, uma decisão sempre política. Já a finalidade (o *para quê*) é o ponto delicado. Em diferentes épocas as finalidades da educação em Ciência foram distintas. A perspetiva de uma educação em Ciência que contribua para indivíduos cientificamente cultos e capazes de intervir em sociedades democráticas é, porventura, muito desafiadora para os propósitos da escola. Ainda que se concorde com o princípio, prevalecerá a questão sobre quais os saberes que a escola deve ajudar cada um a alcançar. Serão esses saberes dependentes da época, já que a intervenção cidadã será sempre contextualizada?

Pensar o ensino das ciências para todos, assumindo escolas com população heterogénea resultante de uma crescente miscigenação de culturas, e que estar na escola é um direito de todos e não apenas das elites e dos bons alunos, implica conceber um ensino flexível, individualizado e motivador para cada um dos alunos. Será isto possível? Como poderemos preparar-nos para tal fim?

Ora, a educação trata de princípios e metas, o que é diferente de ensino que se ocupa de estratégias didáticas para alcançar as metas educativas propostas. O propósito da educação dita, isto é, orienta o currículo escolar, o qual estará primeiro focado num ensino generalista, aquilo que é essencial que todos adquiram, e depois num ensino mais especializado/orientado por áreas de conhecimento (ensino secundário, em Portugal)¹.

O currículo e os programas traduzem, portanto, a decisão política. Os decisores políticos solicitam muitas vezes a colaboração de investigadores de vários domínios científicos, dando preferência a uns ou a outros, visto os documentos produzidos e publicados deverem ser fundamentados em linhas de pensamento. Por isso se diz que a mudança de governo traz, muitas vezes, mudanças de orientações curriculares. Produzir currículos e programas é um processo complexo e a sua publicação não garante que os mesmos sejam operacionalizados, da mesma maneira, em todas as escolas e para todos os alunos.

Para Roldão (2009), o currículo representa o conjunto de aprendizagens que, em cada época e sociedade, são consideradas socialmente desejáveis e que a escola deve ter a responsabilidade de assegurar. Mas para isso ser alcançável é necessária a definição de programas disciplinares, os quais se constituem como programas de ação ou “instrumentos do currículo”.

¹O conceito de escolaridade obrigatória é distinto de currículo e tem a ver com o número de anos que um indivíduo deve passar em contexto escolar (12 anos, 6-18 anos de idade, em Portugal).

Uma classificação de currículo pode incluir: (1) o currículo idealizado – baseado em princípios acordados e explicitados; (2) o currículo formalizado – traduzido em documentos e baseado em critérios de interesse educacional; (3) o currículo percebido – a interpretação dos professores sobre os documentos publicados; (4) o currículo operacionalizado – aquele que é praticado em sala de aula; (5) o currículo atingido – avaliado nas aprendizagens alcançadas pelos alunos, tendo em conta todas as dimensões do currículo idealizado.

Embora não seja isento de polémica a discussão sobre o modelo de currículo, por exemplo, quais as disciplinas que o integram, a sua sequência e extensão relativa, os programas são a parte mais visível e aquilo que condiciona o trabalho dos professores. Mas como definir a importância de um conteúdo disciplinar? Como certificar a importância de um tema programático, face à extensa diversidade daqueles que podem ser tratados, todos justificáveis? Há razão para manter a organização dos programas ao longo dos tempos ou o seu conteúdo deve ajustar-se a novos conhecimentos entretanto alcançados? Como saber o que é importante aprender hoje na escola se, na vida adulta, cada indivíduo irá inserir-se numa sociedade com novos conhecimentos, saberes e novos desafios? Aquilo que é preciso ter em conta, na construção curricular, são as competências (conhecimentos, capacidades, atitudes e valores) que cada indivíduo deverá alcançar, em contexto escolar, para saber fazer novas aprendizagens. Defende-se que cada aluno deverá ter adquirido, à saída da escolaridade obrigatória, as competências básicas que o habilitem a ser um cidadão ativo e interventivo em sociedades democráticas (d'Oliveira Martins *et al.*, 2017).

Todas as disciplinas curriculares deverão contribuir para o perfil desejável do aluno, e as ciências terão aí o seu papel. Mas defende-se que será a orientação didática a dimensão que maior influência poderá ter na construção de competências a alcançar pelos alunos. Esta dimensão tem sido um dos princípios organizadores de muitos projetos de ensino de ciências, de modo a tornar o aluno o centro da aprendizagem e as aprendizagens o centro do processo educativo. Saber ser questionador, crítico, reflexivo, criativo, comunicador, argumentativo, flexível perante a mudança, culto do ponto de vista científico para a sua idade, saber resolver problemas, são competências que a aprendizagem das ciências deve permitir alcançar. E será através da intervenção didática que isso será mais facilmente atingido.

A generalização do ensino das ciências na escolaridade obrigatória aconteceu depois da Segunda Guerra Mundial. Antes disso, aprender ciências destinava-se a quem queria seguir estudos universitários em ciências. Mas terá sido o lançamento do Sputnik, em 1957, pela União Soviética, o que marcou um *antes e depois* no ensino das ciências, tal foi o impacto que o acontecimento teve nos EUA. Como tinha sido possível os soviéticos ultrapassarem os norte-americanos neste campo? Era preciso renovar o ensino das ciências e captar mais jovens para a C&T. Esta foi a aposta seguida por decisores políticos norte-americanos apoiados por investigadores.

3.1 Cultura científica na escola

Cultura (ou literacia) científica e tecnológica é hoje considerada como um direito dos cidadãos nas sociedades democráticas e também como um instrumento privilegiado para se poder participar conscientemente em decisões políticas colocadas a discussão pública. Se este princípio colhe aceitação de muitos, o mesmo não acontece sobre o modo como a escola pode contribuir para tal. Mais, são muitos os autores que questionam a possibilidade de tal acontecer

de forma generalizada e qual deve ser o papel da escola nesse propósito. Por exemplo, Miller (1994) defende que analfabetos funcionais haverá sempre.

Segundo a AAAS (American Association for the Advancement of Science), relatório de 1989, um indivíduo cientificamente culto está consciente de que a Ciência, a Matemática e a Tecnologia são empreendimentos interdependentes sólidos, mas com limitações; compreende conceitos-chave e princípios da ciência; usa conhecimento científico e processos de raciocínio científico a nível individual e social (Glynn & Muth, 1994).

Mas estejamos conscientes de que atingir um nível de cultura científica para todos é um projeto coletivo que vai para além da escola, o que implica apostas pessoais e fortes investimentos institucionais (Gago, 1990). Apesar de difícil, continua-se a defender que a cultura científico-tecnológica é essencial para a participação cidadã informada e responsável, em sociedades democráticas (Olivé, 2015). Mas será apenas o conhecimento a única dimensão que importa para se tomarem decisões corretas? A resposta não é linear nem única para todos. Existem outras dimensões do ser humano que interferem nas decisões, tais como crenças, preconceções e até superstições.

Mais, podemos ter uma conceção ampla ou restrita de cultura científica. Numa conceção ampla, a cultura científica tem a ver com o grau de implantação da ciência na sociedade através de instituições e organizações, de grupos e coletivos sociais organizados de modo a intervir no sistema educativo, na comunicação social, na assessoria especializada para a tomada de decisão política em diversos campos. Na perspetiva restrita, a mais habitual na literatura, cultura científica refere-se à alfabetização científico-técnica dos cidadãos (Osório, 2015).

3.2 Movimento CTS e Educação CTS²

Assumem muitos autores que a educação em ciências deve preparar os estudantes para enfrentarem o mundo socio-tecnológico em mudança, onde valores sociais e éticos são relevantes. Para isso poder acontecer não é indiferente *o que* se ensina nem *como* se ensina.

A educação em ciências de orientação CTS procura abordar temas e conceitos de C&T inseridos em contextos reais, sociais, dando, assim, sentido funcional aos conceitos canónicos. Tal não significa que se aligeiram os conceitos, mas advoga-se a conveniência de mostrar a importância social da C&T. Note-se, no entanto, que a orientação CTS não é exclusiva de disciplinas de ciências exatas e naturais, e a abordagem didática de uma dada questão societal, do ponto de vista científico-tecnológico e socio-humanista, contribui para a aproximação das “duas culturas” (Chripino, 2017). Para este autor a educação CTS é uma abordagem curricular e uma escolha de política educativa. Outros autores consideram CTS como um novo paradigma de educação em ciências (Mansour, 2009).

O século XX foi pródigo em descobertas e invenções que mudaram a vida das pessoas, permitiram duplicar a esperança de vida nos países industrializados e trilhar caminhos não imaginados. A descoberta da penicilina (1929), da pílula anticoncepcional (1960), a exploração do espaço em naves tripuladas e a chegada à Lua (1969) foram conquistas científico-tecnológicas

² ‘Movimento’ é aqui usado para referir intervenções sociais de reivindicação de mudanças, conduzidas por grupos estruturados. No caso do Movimento CTS, os promotores foram educadores e investigadores em educação em ciência preocupados com os fracos resultados do ensino tradicional. Segundo Solomon e Aikenhead (1994) o termo ‘STS Movement’ foi largamente usado por revistas, organizações, projetos de investigação, currículos, manuais escolares e conferências.

marcantes. Foram-no também, pela negativa, acontecimentos como Auschwitz e o holocausto (década de 1940), o desastre industrial de Bhopal (Índia, 1984), os acidentes com a central nuclear de Tchernobyl (Ucrânia, 1986) e de Fukushima (Japão, 2011). Mas a criação da World Wide Web (1992) terá sido a invenção que veio revolucionar as comunicações de base eletrónica à escala mundial. A partir de então a internet cresceu e difundiu-se em todo o mundo, sendo considerada a maior criação tecnológica, depois da invenção da televisão comercial na década de 1950. Redes sociais, plataformas digitais de partilha de dados, Skype e YouTube vieram revolucionar, no século XXI, aquilo que fazemos e o modo como comunicamos. Nada já se compara com o século anterior, mesmo a última década, no modo de trabalhar, viajar ou, simplesmente, tomar conhecimento do que acontece em locais recônditos. A internet móvel marcou profundamente a sociedade atual e os jovens de hoje não podem ser ensinados como foram os seus pais ou os seus professores. Mais, não é/ deveria ser possível continuar a ensinar a mesma ciência, e da mesma maneira, que há décadas atrás (Sanmartí Puig & Marchán Carvajal, 2015).

Hoje a Ciência cresce a ritmo não imaginado. Por exemplo, em cada dia sintetizam-se 15 mil novas moléculas, o que abre muitas e novas perspectivas, em muitos domínios científico-tecnológicos.

Que orientações devem ser seguidas, nas sociedades atuais, para o ensino das C&T? A resposta não poderá, nem deverá ser única, pois o projeto de sociedade varia com o local e a época de que estamos a falar. No entanto, ter como meta um ideal de sociedade mais justa, mais habilitada a desenvolver-se e mais ambiciosa nos valores a atingir, deve ser preocupação de todos. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em particular o ODS 4, convocam-nos a todos para investir mais em educação e a Agenda 2030 deve constituir uma orientação para políticas públicas em todos os países (Gil & Vilches, 2016).

A importância da educação em ciências, como via para enfrentar e ajudar a ultrapassar alguns dos graves problemas com que a sociedade se confronta, não está a ser bem equacionada, segundo alguns autores. Considerar os jovens (10-24 anos hoje, 24% da população mundial) como beneficiários, apenas, da Agenda 2030, não é correto. Eles serão, de facto, os agentes críticos da implementação dos ODS (Kyle Jr., 2020).

3.2.1 *As origens*

A compreensão das múltiplas inter-relações CTS tem ocupado académicos e investigadores em vários pontos do mundo, com destaque para a Europa e América do Norte. O lançamento das bombas atómicas de Hiroshima e Nagasaki, 1945, e desastres químicos e biológicos de grande repercussão em populações totalmente indefesas, acentuaram a consciência sobre a responsabilidade social dos impactes do conhecimento científico-tecnológico e, também por isso, o ensino das ciências deveria ser mais humanista, capacitando os indivíduos para a intervenção cidadã consciente e informada, necessária nas sociedades democráticas. A ciência é uma atividade humana e, por isso, os valores da ciência são valores humanos: questionamento, pensamento livre, comunicação aberta e tolerância.

Os programas escolares tradicionais, focados na ciência canónica, tornaram-se, aos olhos dos alunos, cada vez mais desmotivantes, porque apresentavam uma ciência fechada e dogmática, distante dos seus interesses.

A partir da década de 1970 começam a surgir projetos com a intenção de organizar currículos, definir estratégias e conceber recursos didáticos capazes de apoiar uma nova

orientação de cariz CTS a dar ao ensino formal das ciências. As designações usadas foram muito diversas, sem que tal fosse acompanhado de uma justificação caso a caso. Na literatura encontram-se expressões como 'movimento', 'perspetivas', 'enfoques', 'inter-relações', 'abordagens', 'contextos', 'temas', 'orientações', 'dimensão' (Costa, 2013). Ensinar C&T com vista à cultura / literacia científica passou a ser uma orientação a seguir. Os estudos CTS para o ensino das ciências começaram a ganhar visibilidade com destaque para o Reino Unido (British Association for the Advancement of Science) e EUA (NSTA - National Science Teaching Association).

Nas décadas de 1980 e 1990 surgiram propostas inovadoras para o ensino das ciências, as quais representavam uma rutura com perspetivas tradicionais de ensino de índole internalista, isto é, um ensino centrado em conteúdos canónicos da ciência. As propostas eclodiram em vários países da Europa, EUA, Canadá, Austrália e Nova Zelândia. Como exemplo referem-se os trabalhos de Holbrook (1992), Yager (1992), Hurd (1994), M. E. Santos (1994), Pedretti e Hodson (1995), Millar (1996) e González *et al.* (1996), todos eles defendendo competências que a aprendizagem das ciências, em contexto formal, deveria proporcionar. Na secção 4.1 apresentam-se alguns projetos marcantes.

É interessante notar que o movimento CTS teve uma grande repercussão em países ibero-americanos, por vezes de forma independente, partilhando, no entanto, ideias e preocupações sobre os principais impedimentos à sua implementação alargada. Veja-se o caso do artigo de Auler e Bazzo (2001), 'Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro', e do artigo de Martins (2002), 'Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português'. Embora a orientação dos dois artigos seja distinta, os autores de ambos afirmam que a formação dos professores sobre educação CTS será um tema a merecer atenção e intervenção prioritária. Claro que quase duas décadas se passaram sobre estas publicações e, necessariamente, muitas coisas mudaram a nível legislativo. Mas será que as instituições de formação de professores estão articuladas, a nível nacional em cada País, sobre modelos e práticas de formação inicial e contínua de professores?

Questões sobre como incrementar a literacia científica através da educação científica para a cidadania, deram expressão e dimensão ao movimento CTS (W. Santos, 2011). Os projetos de investigação sobre questões socio-científicas em contexto formal têm crescido em número e têm-se expandido por vários países, melhorando o interesse dos jovens pelas ciências (conforme se verá na secção 4.1). No entanto, segundo alguns autores, o campo CTS abarca outras dimensões que aqui não são contempladas. Uma revisão extensa de significados do campo CTS atribuídos por Aikenhead, Luján López, Fensham, Solomon, Yager, Auler, entre outros, é apresentada por W. Santos (2011) e Costa (2013).

O foco da nova orientação para o ensino das ciências, a educação CTS, defende que as abordagens didáticas devem ser contextualizadas, contrapondo a ciência como forma de interpretar o mundo a outras formas de conhecimento ou de pensamento. Aprender ciências deveria ajudar a distinguir atitudes científicas de atitudes não-científicas. A educação em C&T para todos, incluindo futuros cientistas, deve ser um propósito transversal, criteriosamente planificado e conduzido.

3.3 CTS e ou CTSA?

As designações CTS e CTSA proliferam na literatura, sem que seja claro por que razão uns autores preferem uma em vez de outra. A posição, porventura, mais fundamentada pela opção por CTSA vem de Gil e Vilches (2004) que argumentam que a referência explícita ao Ambiente (traduzido pela aposição da letra 'A') nas inter-relações CTS constitui uma forma de pressão junto de todos os educadores, professores e políticos da educação, para enfatizar, na ação educativa, as estreitas relações existentes entre ambiente físico e fatores sociais e culturais (Tilbury, 1995).

Para Gil e Vilches (2004; 2011), CTSA é considerada uma dimensão do ensino das ciências a qual deve ser explicitamente abordada pelos professores como uma característica básica da atividade científica. Tendo a maioria, senão todos os problemas CTS, implicações a nível ambiental, deverão temas e problemas dessa natureza ser analisados em contexto de ensino das ciências (Aguar Santos *et al.*, 2016), pelo que tal será melhor explicitado usando a dimensão CTSA, dando relevo à situação de emergência planetária, ao agravamento da problemática socioambiental, tal como decorre do apelo de organizações internacionais (Solbes & Vilches, 2004).

A literatura internacional publicada tem vindo a usar a sigla CTSA (em inglês STSE) com a intenção de destacar o Ambiente (*Environment*), e currículos e programas de ensino das ciências têm também adotado a mesma (por exemplo, *Ciências Físicas e Naturais – Orientação Curricular - 3.º Ciclo*, Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, Portugal, 2002, revogado em 2011).

No entanto, para muitos autores prevalece a designação CTS, argumentando-se que nas múltiplas inter-relações da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade estão, inequivocamente, as questões ambientais de base científico-tecnológica e de impacte sociocultural. Esquecer a ênfase no Ambiente não parece ser a grande questão e, por isso, os defensores da educação CTS não serão nunca opositores ao movimento CTSA nem os dois devem ser considerados como vias alternativas.

A designação CTS surgiu na década de 1980, o movimento de inclusão do 'A', CTSA, apareceu na década de 1990, sobretudo após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Eco-92, realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro, na sequência da qual foi feito um apelo a que todos os educadores se implicassem na educação de crianças e jovens com vista à compreensão dos graves problemas planetários. Compreender e agir neste sentido serão sempre finalidades da educação CTS | CTSA, as quais não se defendem apenas para jovens e seus professores.

Segundo Chrispino (2017) a inclusão de 'A' torna-se uma redundância e, quando muito, poderia dar indicação do foco de incidência do trabalho em causa. Mais, diz o autor que existem também propostas de acrescentar à sigla CTS outras letras, como 'S' de Sustentabilidade (CTSS).

4. ENSINO CTS – CURRÍCULO E ESTRATÉGIAS DE CONTEXTUALIZAÇÃO

O movimento CTS tornou-se um quadro referencial para autores de currículos, de programas, de estratégias e de recursos didáticos.

A defesa de um ensino de orientação CTS implica a necessidade de um modelo de desenvolvimento curricular diferente do tradicional. Essa foi, também, a preocupação dos defensores da orientação CTS, na década de 1990. No entanto, as propostas eram distintas, embora complementares. Por exemplo, Gardner (1994) defendia a construção do currículo a partir de conceitos socio-científicos e socio-tecnológicos relevantes. Hurd (1994) considerava que a definição do currículo deveria ter em conta as características da sociedade, a mentalidade dos jovens e a natureza e ética da Ciência pós-moderna. Millar (1996) defendia a importância de maior ênfase na componente tecnológica. Para este autor a grande dificuldade seria como transpor para um currículo a compreensão da Ciência como um empreendimento social.

A questão curricular era, então, uma questão muito sensível entre os defensores do movimento CTS e sob esta designação poder-se-iam abarcar vários tipos de currículos (Aikenhead, 1994), segundo a relevância dispensada à educação CTS. No total seriam oito as categorias com ênfase crescente na incidência CTS, nas palavras de Pereira (2007): (1) motivação por conteúdos CTS; (2) infusão casual de conteúdos CTS; (3) infusão intencional de conteúdos CTS; (4) disciplina singular através de conteúdos CTS; (5) ciência através de conteúdos CTS; (6) ciência em paralelo com conteúdos CTS; (7) infusão da ciência em conteúdos CTS; (8) conteúdos CTS.

Mas a questão não está fechada e a natureza do currículo de ciências, com repercussão nas estratégias de ensino, tem sido largamente debatida. Em particular discute-se se a orientação a dar aos currículos deve ser académica e, por isso, de ciência canónica, ou mais ‘popular’; se deve haver um currículo nacional ou de âmbito regional, pelo menos parcialmente; se deve ser neutro de juízos de valor ou promover o debate sobre questões socio-científicas e, neste caso, que temas escolher; se o currículo deve ser uma decisão do poder político vigente à época ou se deve seguir orientações e resultados da investigação educacional (Martins & Mendes, 2017).

Muitos têm sido os países a aderir a uma perspetiva de desenvolvimento curricular sobre temas sociais pertinentes, conferindo uma visão externalista da ciência, aspeto que o ensino centrado exclusivamente em temas canónicos não pode proporcionar. Mas, porventura, a inovação mais importante estará no campo da Didática das Ciências. Ensinar e motivar os alunos pela aprendizagem é uma tarefa própria de cada época. Para Auler (2011) o maior desafio de CTS estará na reinvenção do currículo capaz de promover o desenvolvimento social onde valores democráticos e sustentáveis deverão ser o caminho de maior justiça. Segundo Acevedo-Díaz (2009, citado em Chrispino, 2017), CTS abarca uma dupla função e orientação: (1) uma linha de investigação que procura conhecer melhor a C&T em contextos sociais, em particular nas inter-relações entre C&T e processos sociais; (2) uma proposta curricular inovadora que favoreça a participação cidadã.

Outro fator que veio introduzir um olhar da sociedade para o que se passa na escola e, por isso, pressionar os educadores e decisores, foi o PISA (*Programme for International Student Assessment*), um estudo internacional da responsabilidade da OCDE, criado no ano 2000, dirigido a alunos de 15 anos de idade, que tem por objetivo avaliar as literacias de leitura, de matemática e de ciências, contextualizando os resultados alcançados com informação sobre diferentes

dimensões dos sistemas educativos dos países participantes. Saliente-se que o PISA avalia o conhecimento científico recorrendo a contextos que envolvem questões de ciência, com relevância na atualidade, que extravasam os conteúdos curriculares. Esses contextos requerem que os alunos demonstrem as três competências que definem a literacia científica, no âmbito da avaliação PISA, mobilizando os vários tipos de conhecimento: explicar fenómenos cientificamente; avaliar e conceber investigações científicas; interpretar dados e evidências cientificamente. Esta orientação do PISA na área das ciências não deixa nenhum País indiferente quando os seus resultados são inferiores aos de outros e a atenção do público e de especialistas vira-se para os currículos vigentes³.

4.1 Projetos CTS

Desde o início do Movimento CTS vários projetos surgiram para concretizar ideias curriculares e estratégias didáticas. Eis alguns exemplos emblemáticos pela novidade introduzida, à época, bem como outros em curso. Entre os pioneiros destacam-se os seguintes.

SISCON [*Science In a Social Context*, 1983] no Reino Unido; SATIS [*Science And Technology In Society*, 1986-91, 1993] no Reino Unido; PLON [*Project Leerparkket Onwikkeling Natuurkunde*, Física, 1986, 1988] na Holanda; ChemCom [*American Chemical Society*, 1980, 1988, 1992] nos EUA; CEPUP [*Chemical Education for Public Understanding Programme*, 1991] nos EUA; SALTERS [*The Salters Approach – Química, Física, Biologia*, University of York Science Group, 1989, 1990-92, 1992-94] no Reino Unido; *Science Education across Europe*, em vários países da Europa; *Project 2061 - Science for all Americans* [Rutherford e Ahlgren, 1990] nos EUA, mas com larga repercussão em muitos pontos do mundo; *Beyond 2000: Science Education for the Future* [Millar & Osborne, 1998] no Reino Unido. Estes projetos e os resultados da sua implementação foram alvo de diversos estudos e mereceram larga divulgação na comunidade académica, pelo que nas décadas seguintes influenciaram decisões curriculares e recursos didáticos de ciências, em vários países europeus, como Portugal e Espanha, e não europeus, como Canadá, Austrália e Japão.

A publicação do *National Science Education Standards* (NSES) (NRC, 1996), nos EUA, propunha grandes mudanças no ensino das ciências para o nível K-4 e sua avaliação. Por exemplo, advoga o uso de contextos reais, por oposição a memorização de conteúdos de ciências canónicos.

Dez anos depois, em 2006, Robert E. Yager questiona-se, quanto faltaria ainda para pôr em prática a visão de NSES? Haverá novas visões a considerar? Era reconhecido que a maioria dos professores deste nível etário teria uma fraca formação em ciências, apenas da sua escolaridade obrigatória. As expectativas dos pais e prioridades dos professores estavam centradas na leitura e na matemática e as ciências físicas e naturais eram relegadas para plano secundário. Yager publicou quatro monografias para apoiar os professores, organizadas por níveis de escolaridade, a coleção “*Exemplary Science*”, editada por NSTA Press. Mas, como se sabe, os recursos didáticos são uma orientação para professores interessados, não são obrigatórios. Apesar das limitações, o documento NSES fez mais na mudança da educação em ciências no nível elementar do que nos outros níveis. Desenvolver curiosidade e motivação é essencial para alunos e professores.

³ A sétima edição PISA, realizada em 2018, reúne informação de quase duas décadas de avaliações e importa refletir sobre as suas implicações para as políticas educativas, <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>

Em 2011 surge, nos EUA, o novo projeto NGSS – *The Next Generation Science Standards* contempla novas linhas de orientação curricular, sucessivamente discutidas com a participação alargada da sociedade, com vista a uma versão capaz de ser operacionalizada. Preocupando-se com articulação de conteúdos e práticas, intra e interdisciplinas, pretendia-se disponibilizar a todos os alunos um referencial internacional para a educação em ciência K-12. A ênfase deveria estar sobre conhecimentos centrais (grandes ideias disciplinares), capacidades de pensamento crítico e criativo, e atitudes *para com* e *sobre* a Ciência⁴.

A nível europeu destacam-se: *SAILS – Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science*, 2012-2015, projeto europeu, 12 países, envolveu mais de 2500 professores, utilizando metodologias de educação científica baseada na investigação (IBSE), a partir de unidades temáticas concebidas de cariz CTS. Em Portugal o projeto ficou sediado no IE - Universidade de Lisboa (Galvão *et al.*, 2017).

Projetos baseados na conceção, desenvolvimento e avaliação de questões socio-científicas foram desenvolvidos em muitos países, com resultados muito promissores. É o caso do projeto *IRRESISTIBLE - Including Responsible Research and innovation in cutting Edge Science and Inquiry-based Science education to improve Teacher’s Ability of Bridging Learning Environments* (2013-2016, Portugal, IE – Universidade de Lisboa), projeto europeu, envolvendo 10 países, tem como finalidade desenvolver e disseminar atividades destinadas a promover a participação de alunos, professores e do público em geral, através da resolução de controvérsias socio-científicas. Os temas escolhidos caracterizam-se pela sua elevada relevância social e por poderem ser abordados nos currículos escolares. Envolver professores julga-se poder ter um efeito duradouro nas suas práticas futuras (Reis, 2014). Também o Projeto *WE ACT – Promoting collective activism on socio-scientific issues* (Portugal, IE - Universidade de Lisboa, iniciado em 2013) – projeto de investigação-ação conjugado com IBSE, tem como principal objetivo apoiar professores e alunos na tomada de ações informadas e negociadas para resolver questões socio-científicas e socioambientais, conjugadas com manifestações artísticas e ferramentas da Web 2.0. (Reis & Tinoca, 2018).

As controvérsias socio-científicas foram largamente exploradas e com muito êxito nas competências desenvolvidas pelos alunos no espaço ibero-americano, pelo *Projeto ARGO. Materiales para la educación CTS* (Espanha, Universidade de Oviedo), considerado um projeto de grande impacto na promoção da cultura científica dos jovens (Martín-Gordillo & Osório, 2003).

Também em Espanha destaca-se o contributo de Caamaño e colaboradores na elaboração e experimentação de vários projetos de ciências (*Química Faraday, Física Faraday, Proyecto GAIA 12-16, Química Salters*) (por exemplo, Caamaño *et al.*, 2001) e na análise comparativa e divulgação de currículos de Física e Química em vários países europeus (Caamaño, 2007).

O ensino das ciências orientado por questões socio-científicas é valorizado por vários autores, embora reconhecendo que a sua prática exige que o professor seja organizador, facilitador, consultor, amigo crítico, árbitro em conflitos de opinião. Praticar este ensino é altamente exigente, mas ganhador em termos de aprendizagens e competências dos alunos (Hodson, 2017; Pedrosa, 2018; Zeidler *et al.*, 2019).

⁴ <http://www.nextgenscience.org/>

4.2 Estudos CTS na Ibero-américa

A comunidade acadêmica ibero-americana tem prestado atenção especial aos estudos CTS na educação e no ensino das ciências. São bastantes as revistas dedicadas e, praticamente, em todas as revistas de Educação em C&T há artigos sobre CTS|CTSA.

Os Seminários Ibéricos iniciados no ano 2000, na Universidade de Aveiro, continuados em edições posteriores em 2002, 2004 e 2006, alternadamente em Portugal e Espanha, fizeram crescer uma comunidade e reforçar a importância da área enquanto linha de investigação e de intervenção educativa. A participação nestes Seminários, a partir de 2006, de investigadores latino-americanos veio demonstrar que a comunidade visada era bem mais alargada e que comunicava de forma plena usando as duas línguas, o português e o espanhol. Os seminários passaram a ser ibero-americanos a partir de 2008 e a realizar-se, alternadamente, na Península Ibérica e na América Latina. Na Universidade de Valência, Espanha, celebra-se, em junho de 2020, vinte anos de Seminários CTS.

Ao longo destes Seminários foram apresentados, discutidos e publicados em Atas dedicadas e Revistas, largas centenas de trabalhos (nos oito primeiros registam-se 662 no total), de muitos dos quais Aguiar-Santos *et al.* (2016) nos dão conta, realçando o enfoque crescente para trabalhos CTSA e Sustentabilidade. Os Seminários Ibéricos e Ibero-americanos CTS têm sido grandes *fora* de partilha de conhecimento construído em projetos de investigação e de intervenção envolvendo, alguns deles, equipas internacionais. Também é muito apreciável o número de dissertações de Mestrado e teses de Doutoramento realizadas em CTS.

O impacto crescente na comunidade acadêmica do campo de estudo CTS na educação e no ensino das ciências despertou o interesse de um grupo de investigadores envolvidos na organização dos Seminários, para a criação da *Associação Ibero-Americana CTS na Educação em Ciência, AIA-CTS*, formalmente constituída e registada em julho de 2010, em Aveiro. Os primeiros órgãos sociais foram eleitos aquando da realização do Seminário Ibero-Americano de 2012. Um dos objetivos da AIA-CTS é reunir educadores e investigadores da comunidade ibero-americana que trabalham e têm interesse no conhecimento de inter-relações CTS na Educação em Ciência, com a intenção de aprofundar, divulgar e promover o desenvolvimento desta área⁵.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurámos, nas secções anteriores, evidenciar que a construção de currículos, programas e estratégias didáticas (e também recursos didáticos) terá sempre subjacente alguma teoria sobre educação, ensino, aprendizagem e avaliação. Enfatizámos o papel da educação CTS para o ensino das ciências, tendo por base um ideário de cultura científica para todos, conscientes da função social do conhecimento científico nas decisões sobre problemas de natureza tecnocientífica, determinantes do bem-estar e do progresso, comprometidos com a paz e o desenvolvimento globais (Martins, 2006).

Corroborar-se a ideia de que não existe uma forma única de aprender, nem de ensinar, mas existem princípios e orientações que podem ser a base do trabalho de professores e alunos. Estudos desenvolvidos em, praticamente, todos os continentes, veiculam a educação em ciência

⁵ Para conhecer mais consultar <http://aia-cts.web.ua.pt/>.

de orientação CTS como uma força cultural capaz de induzir uma participação mais ativa dos cidadãos para uma sociedade mais democrática. Para isso as abordagens não deverão ser casuísticas e dependentes dos conteúdos, mas deverão ser, efetivamente, intencionais. Compreender a sociedade atual e o papel da Ciência e da Tecnologia exige que se tome como objeto de estudo as próprias inter-relações CTS (Martins & Paixão, 2011).

Estamos, pois, perante um enorme desafio: implementar uma educação CTS que promova competências para saber lidar com questões socio-científicas e tecnológicas. Para que tal seja possível não basta ter currículos e programas ajustados. É preciso ter professores preparados e motivados para tal. A literatura científica e os relatórios internacionais (por exemplo, OECD, 2018) insistem, há décadas, que os professores são o motor principal de qualquer ação de melhoria da educação e que a sua atividade se repercute diretamente na qualidade do ensino e das aprendizagens.

Problemas na formação de professores e propostas de superação, estão identificados na literatura, e advoga-se, até, que para haver verdadeira formação de professores em educação CTS será necessário promover formação sobre investigação e em contexto de investigação CTS (Martins, 2014), e contemplar outros saberes além dos da especialidade disciplinar. Além disso, é preciso ter em atenção que as conceções do professor sobre CTS condicionam fortemente o trabalho deste em sala de aula. Ensinar e aprender ciências no paradigma CTS exige trabalho cooperativo de professores e alunos, onde conceções, interesses e atitudes de ambas as partes são muito relevantes (Mansour, 2009).

Apesar de sobejamente sublinhado por muitos autores, importa aqui salientar que a Ciência é parte do património da Humanidade, sendo uma das suas mais importantes aquisições intelectuais e, por isso, se considera que faz parte integrante da Cultura. A Ciência é uma atividade humana e social, e muito mais do que um corpo estruturado de conhecimentos validados e (re)construídos ao longo dos tempos, é uma forma de pensar e de compreender. Aprender ciências em contexto escolar, ou outro, é bem mais do que compreender conteúdos ditos canónicos (Martins & Mendes, 2017). Saber distinguir, tal como enuncia Hurd (1998), teorias de dogmas, dados de mitos, ciência de pseudociência, evidência de propaganda, factos de ficção, conhecimento de opinião, serão competências básicas de um indivíduo cientificamente literato. Apesar da discussão académica, e até pública, sobre se a Ciência terá limites (Steiner, 2008), o ser humano continuará a ambicionar saber mais e compreender melhor. Isto remete-nos para a consciencialização de práticas intrínsecas da investigação científica e dos limites externos da aplicação do conhecimento, muitas vezes traduzida pela expressão “nem tudo o que é tecnicamente possível é eticamente admissível”. Aprender ciências desde cedo, em contextos sociais, e compreender as inter-relações CTS|CTSA, será uma via para rejeitar superstições, irracionalidades e formas primitivas de credulidade. As finalidades da educação CTS, as orientações de ensino que advoga e as aprendizagens a alcançar por essa via serão, em si mesmo, um contributo para uma educação de qualidade, considerada fundamental para promover desenvolvimento humano, social e económico, traduzida de forma explícita no quarto ODS, da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/CED/00194/2019.

REFERÊNCIAS

- Aguiar-Santos, D., Vilches, A., & Brito, L. P. (2016). Importância concedida à CTS e Sustentabilidade em Revistas de Investigações Científicas Educacionais no Brasil e Espanha. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1808-1820.
- Aikenhead, G. (1994). Consequences to Learning Science Through STS: A Research Perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education – International Perspectives on Reform* (pp. 169-186). Teachers College Press.
- Auler, D. (2011). Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In W. L. P. dos Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 73-97). Editora Universidade de Brasília.
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13.
- Caamaño, A. (2007). El currículo de física y de química en la educación secundaria obligatoria en Inglaterra y Gales, Portugal, Francia y España. *Alambique – Didactica de las Ciencias Experimentales*, 53, 22-37.
- Caamaño, A., Gómez-Crespo, M. A., Gutiérrez Julián, M. S., Llopis, R., & Martín-Díaz, M. J. (2001). Proyecto *Salter*: un enfoque CTS para la química del Bachillerato. In P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad* (pp. 179-192). Narcea.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Ministério da Educação de Portugal.
- Chripino, A. (2017). *Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino*. Documentos de trabajo de iber-ciencia, 4. OEI – Iber-ciencia e Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía. (<http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Introducao-aos-Enfoques-CTS-Ciencia-Tecnologia-e-Sociedade-na-educacao-e-no>)
- Costa, M. C. F. F. (2013). *Ciências no Primeiro Ciclo do Ensino Básico: Um Programa para Educação para Desenvolvimento Sustentável*. Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Aveiro (<https://ria.ua.pt/handle/10773/11516>)
- d'Oliveira Martins et al. (2017). *Perfil dos Alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação / Direção-Geral da Educação de Portugal.
- Gago, J. M. (1990). *Manifesto para a Ciência em Portugal*. Gradiva.
- Galvão, C., Baptista, M., & Conceição, T. (2017). International science education projects for context based learning. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing teaching to improve learning. The case of Science and Geography* (pp. 201-222). Nova Science Publishers.
- Gardner, P. (1994). Representations of the relationship between science and technology in the curriculum. *Studies in Science Education*, 24, 1-28.
- Gil, D., & Vilches, A. (2004). La atención al futuro en la educación ciudadana. Posibles obstáculos a superar para su incorporación en la enseñanza de las ciencias. In I. P. Martins, F. Paixão, & R. M. Vieira (Orgs.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência - III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências* (pp. 99-108). Universidade de Aveiro.
- Gil, D., & Vilches, A. (2016). Agenda 2030 para la transición a la Sostenibilidad: Inflexión positiva versus “Business as usual”. *Boletín de la AIA-CTS*, 3, 25-27. http://aia-cts.web.ua.pt/?page_id=856
- Glynn, S. M., & Muth, K. D. (1994). Reading and Writing to Learn Science: Achieving Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 1057-1073.

- González García, M. I., López Cerezo, J. A., & Luján López, J. L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Editorial Tecnos.
- Hodson, D. (2017). Foreword. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing teaching to improve learning. The case of Science and Geography* (pp. vii-xv). Nova Science Publishers.
- Holbrook, J. B. (1992). Teaching Science the STS Way. In R. E. Yager (Ed.), *The Status of Science-Technology-Society. Reform Efforts around the World*. ICASE YEARBOOK.
- Hurd, P. D. H. (1994). New minds for a new age. Prologue to modernizing the science curriculum. *Science Education*, 78(1), 103-116.
- Hurd, P. D. H. (1998). Scientific literacy: news minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.
- Kyle Jr., W. C. (2020). Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2:2.
- Liu, X., & Wang, L. (2019). Editorial: Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research (DISER). *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1:1.
- Mansour, N. (2009). Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(4), 287-297.
- Martín-Gordillo, M., & Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210.
- Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 28-39.
- Martins, I. P. (2006). Educação em Ciência, Cultura e Desenvolvimento. In M. F. Paixão (Org.), *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania: Encontros em Castelo Branco* (pp. 9-30). Alma Azul.
- Martins, I. P. (2014). Políticas Públicas e Formação de Professores em Educação CTS. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 50-62. <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/view/20056/16946>
- Martins, I. P., & Mendes, A. (2017). Contextualized Science Teaching and the STS Approach. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing teaching to improve learning. The case of Science and Geography* (pp. 165-181). Nova Science Publishers.
- Martins, I. P., & Paixão, F. (2011). Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In W. L. P. dos Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 135-160). Editora Universidade de Brasília.
- Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77 (280), 7-18.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. King's College London, School of Education.
- Miller, J. D. (1994). Scientific Literacy: an updated conceptual and empirical review. In J. M. Gago et al. (Org), *O Futuro da Cultura Científica* (pp. 37-57). Instituto de Prospectiva.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- OECD (2018). *Effective teacher policies: Insights from PISA*. OECD.
- Olivé, L. (2015). ¿Hasta qué punto los ciudadanos deben "saber"? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Edición especial, Los Foros de CTS*, diciembre de 2015, 15-17.
- Osório, C. (2015). ¿Hablemos de cultura tecnológica en la escuela? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Edición especial, Los Foros de CTS*, diciembre de 2015, 113-115.
- Pedretti, E., & Hodson, D. (1995). From Rhetoric to Action: Implementing STS Education through Action Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (5), 463-485.
- Pedrosa, M. A. (2018). Ensino da Química. In Feliciano H. Veiga (Coord.), *O Ensino na Escola de Hoje – Teoria, Investigação e Aplicação* (pp. 213-240). Climepsi Editores.

- Pereira, D. C. (2007). *Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade*, Vol. 1. Editora da Universidade do Porto.
- Reis, P. (2014). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 16-26.
- Reis, P., & Tinoca, L. (2018). A avaliação do impacto do projeto “We Act” nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. *RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 11(2), 214-232.
- Rodrigues, A. V., & Martins, I. P. (2018). Formação inicial de professores para o ensino das ciências nos primeiros anos em Portugal. In A. Cachapuz, A. S. Neto, & I. Fortunato (Orgs.), *Formação inicial y continuada de professores de ciências: o que se pesquisa no Brasil, Portugal e Espanha* (pp. 179-198). Edições Hipótese.
- Roldão, M. C. (2009). *Estratégias de Ensino – O saber e o agir do professor*. Fundação Manuel Leão.
- Sanmartí Puig, N., & Marchán Carvajal, I. (2015). La Educación Científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y Ciencia*, octubre, 31-39.
- Santos, M. E. (1994). *Área Escola / Escola – Desafios Interdisciplinares*. Livros Horizonte, Coleção Biblioteca do Educador.
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp. 21-47). Editora Universidade de Brasília.
- Solbes, J., & Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 22(3), 1-11.
- Solomon, J., & Aikenhead, G. (Eds.) (1994). *STS Education – International Perspectives on Reform*. Teachers College Press.
- Steiner, G. (Coord.) (2008). *A Ciência terá Limites?* Fundação Calouste Gulbenkian; Gradiva.
- Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212.
- Vilches, A., Gil Pérez, D., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In W. L. P. dos Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 161-184). Editora Universidade de Brasília.
- Yager, R. E. (ed.) (1992). *The Status of Science-Technology-Society. Reform Efforts around the World*. ICASE YEARBOOK.
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1:11.