

CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE COM PENSAMENTO CRÍTICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DESDE OS PRIMEIROS ANOS DE ESCOLARIDADE

SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY WITH CRITICAL THINKING IN EDUCATION IN SCIENCE SINCE THE EARLY YEARS OF SCHOOLING

Rui Marques Vieira

rvieira@ua.pt

*Universidade de Aveiro, Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores
Departamento de Educação e Psicologia, Portugal*

RESUMO

A educação em ciências tendo em vista a meta da literacia científica para todos e desde os primeiros anos de escolaridade tem vindo a assumir-se como uma necessidade e uma exigência social e económica de vários países. Uma das vias, que progressivamente tem sido defendida por parte da comunidade científica desta área, é a educação, perspectiva ou orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade. Outra que tem sido apontada é a que se prende com a promoção de capacidades, como as de pensamento crítico. Neste quadro e, particularmente na sequência de trabalhos de investigação que procuram a integração da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade com o pensamento crítico, procura-se começar por fundamentar a sua relevância. Nesse sentido apresenta-se em seguida uma breve resenha da investigação que se tem realizado em torno destas duas finalidades da educação em ciências para depois se salientar as suas articulações e, a partir destas, se destacar um quadro concetual que se tem vindo a aprimorar ao longo dos últimos 10 anos. Depois descreve-se e destacam-se algumas das propostas didáticas desenvolvidas a partir do mesmo referencial para a educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade. No final destacam-se algumas implicações futuras para a investigação, formação e inovação na educação em ciências com orientação CTS/PC e na formação de professores.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS); Pensamento Crítico (PC); Educação em Ciências.

ABSTRACT

Science education, in terms of the set goal of scientific literacy for all since the first years of schooling, has become a social and economic necessity and demand in several countries. One of the ways to achieve that, which has been progressively defended by the scientific community in this area, is education, through a Science-Technology-Society perspective or orientation. Another way that has been stressed relates to the promotion of skills, such as those concerning critical thinking. In this context and particularly following research that seeks to articulate Science-Technology-Society education and critical thinking, we aim to start by substantiating its relevance. In this sense, a brief review of the research that has been carried out around these two purposes of science education is presented, in order to highlight their relation and, from such relation, to stress a conceptual framework that has been worked on and improved over the past 10 years. Following, some of the didactic proposals developed

from the same reference for science education since the first years of school are described and emphasized. Finally, a few future implications for research, formation, and innovation in science education, with a CTS/CT orientation and aimed at teacher education, are put forward.

KEYWORDS: *Science-Technology-Society (STS); Critical Thinking (CT); Education in Science.*

INTRODUÇÃO

Cerca de um ano após o início da pandemia COVID-19 o planeta continua a enfrentar múltiplos desafios, desde logo sanitários. Várias medidas têm sido tomadas para a mitigar e tentar resolver, como é o caso da vacinação, que avançou em 2021 em vários países. A imprevisibilidade e as repercussões na vida das pessoas e dos ecossistemas têm sido visíveis, embora diferentemente conforme as diversas localizações, a visão e ideologia dominante e o *poder de influência* de países e regiões, com destaque para o agravamento da situação de insustentabilidade que, cada vez com maior urgência, impele a ações concretas fundamentadas.

A educação de qualidade, que é o objetivo quatro dos 17 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) no quadro da promoção de uma cidadania colaborativa e responsável (Nações Unidas, 2018), é seguramente uma das vias para a mudança e ação que urge. Na educação em Ciências, e tendo em vista uma Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), a perspectiva, movimento ou orientação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem-se assumido como uma das vias para a literacia científica de todos os estudantes desde os primeiros anos de escolaridade. Defende-se, nesta ótica, o desenvolvimento de saberes científicos fundamentais para uma cidadania mais democrática e sustentável no contexto de transformações voláteis, incertas e inéditas, complexas e ambíguas e, ainda, fortemente imerso em tecnologia(s) (Martins, 2019; Vieira e Tenreiro-Vieira, 2016; Tenreiro-Vieira e Vieira, 2020) e como via contra o ressurgimento de movimentos autoritários e fascistas (Galamba e Matthews, 2021).

Outra via, que tem vindo a ser assumida como completar e que se tem procurado integrar e articular com a anterior, é a ligada à promoção do pensamento crítico (PC). O seu desenvolvimento na educação em Ciências de forma explícita tem vindo a ser defendido por diferentes autores e investigadores como Bailin (2002) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2000; 2013; 2014; 2019; 2020). Estes últimos, entre outros, têm procurado nas últimas duas décadas avançar com propostas didáticas para a educação em Ciências desde os primeiros anos, além da investigação que têm realizado em outras vertentes do processo de ensino / aprendizagem, como a formação de professores e a produção de recursos educativos, incluindo digitais.

Neste quadro e, particularmente na sequência de trabalhos que procuram a integração da educação CTS com o PC, como o trabalho inicial de Vieira (2003), neste artigo procura-se fundamentar a sua relevância e a investigação que se tem desenvolvido a partir dessas investigações e propostas. Nesse sentido começa-se por apresentar uma breve resenha destas duas finalidades da educação em Ciências para depois se salientar as articulações e a investigação que tem sido realizada, com destaque para as propostas didáticas desenvolvidas, desde os primeiros anos de escolaridade até ao ensino superior. Nas considerações finais procura-se uma sistematização e implicações futuras para a investigação, formação e inovação em torno do CTS/PC.

CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE E PENSAMENTO CRÍTICO

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem já um historial de várias décadas na educação, particularmente em Ciências. Mas, como salientam autores como Chrispino (2017), esta orientação não é exclusiva de disciplinas das ciências exatas e naturais, dado que

a abordagem didática de uma dada questão societal, do ponto de vista científico-tecnológico e socio-humanista, pode contribuir para a aproximação das "duas culturas". Este percurso tem sido valorizado e assumido diversos enfoques, conforme a influência ideológica, política, incluindo de educação, dos vários países e continentes, sendo mesmo considerado como tendo gerado um novo paradigma de educação em ciências (MANSOUR, 2009).

Em geral, e no referido quadro da promoção da literacia científica, com a educação CTS pretende-se melhorar o interesse pelos conhecimentos Científicos e Tecnológicos (C&T) e a participação democrática dos cidadãos com compreensão dos problemas do mundo e para a construção de propostas coletivas da sua resolução ou que permitam minorá-los (VIEIRA, TENREIRO-VIEIRA E MARTINS, 2011). Para tal, tal como defendem estes últimos autores e outros como Aikenhead (2009) e Martins (2020), é igualmente necessária a promoção de atitudes e valores inerentes à prática da Ciência e da Tecnologia como atividades humanas contextualizadas, em um mundo socio-tecnológico em sucessivas e cada vez mais profundas mudanças, onde não é indiferente o que se ensina nem como se ensina.

Nesta perspetiva, procura-se assumidamente focar a Ciência em interação com a Tecnologia e com a Sociedade, desocultando essas inter-relações, controvérsias e influências mútuas. Afigura-se como sendo essencial a abordagem de temas em contextos reais com significado pessoal e social, que contribua para uma melhor qualidade de vida e que proporcione pensar sobre a Ciência e a Tecnologia do ponto de vista filosófico, ético e cultural (AIKENHEAD, 2009; MARTINS, 2020; VIEIRA et al., 2010; 2011).

Até porque, a abordagem de conteúdos científicos a propósito de assuntos sociais de reconhecida relevância, como a saúde e o ambiente, em conjugação com o envolvimento dos alunos na solução de problemas sérios que condicionam o futuro da humanidade (por exemplo: destruição do ambiente natural, doenças e armas nucleares) dá-lhes significado e torna-os mais compreensíveis para os alunos, aumentando assim a probabilidade de que não se tornem conhecimento inerte. (VIEIRA et al., 2011, p. 15)

Dentro desta panorâmica e na sequência de sistematizações anteriores, como a última citada e a publicada em Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), na educação em ciências com orientação CTS, ressaltam atributos e implicações de índole diferenciada, incluindo para a ação, com destaque para: (i) Desenvolver currículos com o essencial da Ciência e com tópicos / temas de atualidade científica e tecnológica incluindo os controversos; o princípio global é: "Menos C&T e com mais profundidade em vez de uma extensa lista de conteúdos e em uma abordagem superficial"; (ii) Selecionar temas de relevância social que envolvem a C&T, evidenciando-as como atividades humanas, socialmente contextualizadas, que se influenciam mutuamente, em vez de conteúdos de índole internalista e canónica; (iii) Propor, quando adequado e exequível, abordagens holísticas e pluridisciplinares e/ou interdisciplinares; (iv) Confrontar ou coconstruir, sempre que possível, questões e situações-problemas, de relevância pessoal, local e global, capazes de suscitar a curiosidade, o interesse e o envolvimento do estudante e da comunidade, incluindo a científica e tecnológica; (v) Proporcionar explícita e intencionalmente a possibilidade de (re)construir conhecimento, desenvolver capacidades e atitudes / valores envolvidos nas relações Ciência, Tecnologia e Sociedade; (vi) Envolver ativamente os estudantes na resolução de problemas, na discussão de questões societais controversas, na tomada de decisão responsável, mobilizando, por exemplo, a procura e seleção de informação em recursos locais (materiais e humanos); e (vii) Diversificar estratégias e experiências de aprendizagem orientadas para mobilização de saberes na ação pessoal, profissional e social responsável.

Advoga-se, pois, para a educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade, a (re)construção de conhecimentos científicos, de atitudes / valores e o desenvolvimento de

capacidades, como as de pensamento crítico (PC), a propósito da abordagem de problemas sociais que envolvem a ciência e a tecnologia. Deste modo, e como evidencia investigação que tem sido desenvolvida, como por exemplo por Vieira et al. (2010; 2011) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2019b; 2020) potencia-se o criar de condições para que tais aprendizagens se tornem úteis no dia-a-dia, não numa perspetiva meramente declarativa ou meramente instrumental mas sim numa perspetiva de ação, tendo também em consideração preocupações atuais de desenvolvimento sustentável e de uma cidadania esclarecida e atuante e com preocupações e contributos para a melhoria da qualidade de vida de todos.

Tal como estes últimos investigadores citados têm profusamente evidenciado ao longo dos últimos mais de 25 anos de investigação, formação e inovação, o PC está estreitamente ligado à utilização eficaz e racional do conhecimento científico, tecnológico e em diferentes situações e contextos, no quadro de práticas democráticas, a propósito de problemas que afetam a humanidade e nas quais todos, por exemplo, devem ter oportunidades de avaliar a validade da evidência e a credibilidade de fontes usadas.

Existe, sobre o PC na educação, em geral, e nas Ciências, em particular, um crescente interesse e investigação que tem sido realizada nas últimas décadas. Todavia, estes trabalhos estão suportados, quando assumido e explicitado, em diferentes tradições (filosófica, psicológica, educacional, ...) e em uma multiplicidade de perspetivas e conceptualizações. Estas têm sido apresentadas e sistematizadas em diferentes publicações como Tenreiro-Vieira e Vieira (2014; 2016; 2019b) e Facione (2015). Este último tem vindo sucessivamente a realizar atualizações em torno do conceito de PC, com base no método Delphi e envolvendo especialistas nesta área.

Pese embora estes avanços ainda se está longe de consensos. Por exemplo, o estudo realizado por Sousa e Vieira (2018) numa revisão integrativa de investigações na educação em Ciências no ensino básico português, revela a diversidade de referenciais, embora na maioria desses estudos tenha sido usada a definição operacional de Ennis, a partir da qual foram desenvolvidas diversas propostas e atividades didáticas. Entre outras conclusões, resultantes da revisão da maioria dos estudos, também se destaca o entusiasmo e o interesse dos alunos participantes nos diferentes estudos e que na sua maioria melhoraram as suas capacidades de PC. Em uma revisão sistemática mais recente de estudos sobre o PC na educação em ciências e matemática, Costa, Obara e Broietti (2020) centraram a atenção em 63 artigos científicos internacionais publicados entre 2010-2019 na base de dados do *Education Resources Information Center* (ERIC). Salienta-se que quase um quarto dos artigos mencionaram "pensamento crítico" sem citar referências nesta área ou clarificar a definição concetual adotada, realçando a necessidade de mais publicações nesta área e em contextos considerados ainda pouco representados, como a avaliação e o desenvolvimento do pensamento crítico de alunos e professores.

Neste sentido, tem vindo a ser realizado um aprofundamento concetual em torno do PC na educação e particularmente na educação em Ciências. Este partiu da revisão existente sobre este tipo de pensamento e da sua operacionalização em diferentes esferas didático-pedagógicas, como a da construção e produção de propostas didáticas desde os primeiros anos de escolaridade. Os avanços, especialmente nos últimos 10 anos, como os que se podem encontrar em Tenreiro-Vieira e Vieira (2011; 2013; 2016; 2018; 2019a; b; 2020), permitem avançar que o PC envolve quatro componentes ou dimensões: capacidades, disposições ou atitudes/valores, critérios e normas e, ainda conhecimentos, como se esquematiza na figura seguinte. Estes, podem ser mobilizados no contexto da resolução de problemas decorrentes das inter-relações CTS e são essenciais para se decidir racionalmente o que fazer ou em que acreditar (ENNIS, 1996; TENREIRO-VIEIRA e VIEIRA, 2018; 2019a; b; 2020).

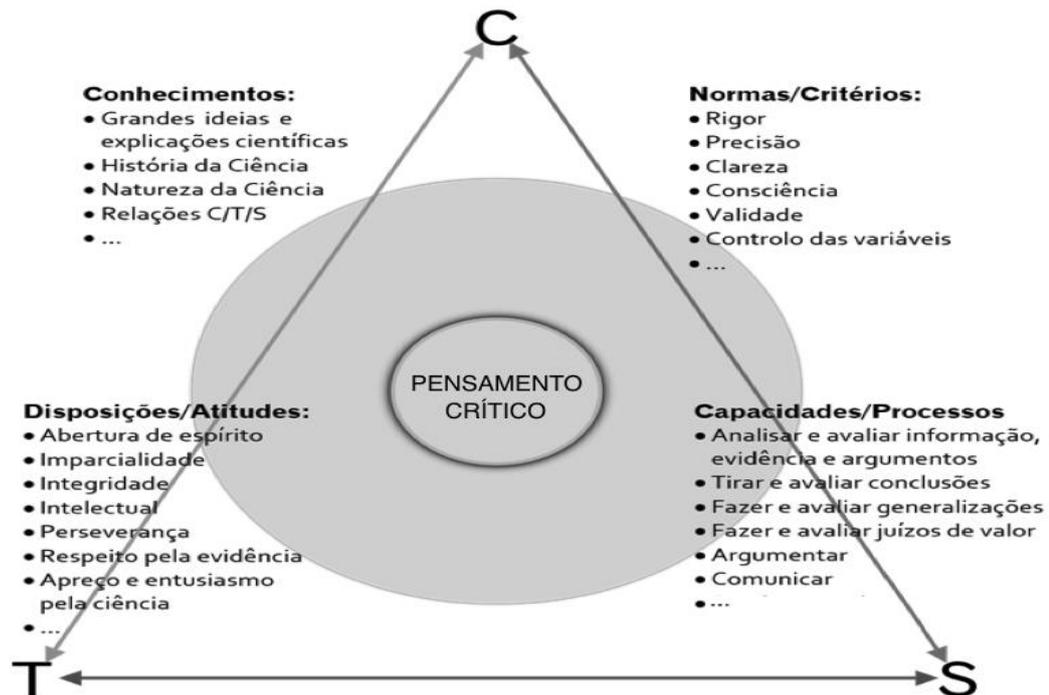


Figura 1: Quatro componentes ou dimensões do PC que podem potenciar as inter-relações CTS
Fonte: Adaptado de Tenreiro-Vieira e Vieira (2011; 2013; 2014; 2016; 2018)

Assim, no que se refere ao componente a que se tem dedicado mais atenção e investigação – as capacidades, pese embora não exista total acordo quanto às envolvidas no PC, existe um conjunto que são recorrentes, como as de: comunicação, clarificação, argumentação, avaliação da credibilidade de fontes, inferências e identificação e reação a falácias e assunções. Já a das atitudes / disposições, que encerram em si uma ligação ao domínio afetivo, incluem, entre outras, a abertura de espírito, confiança e resiliência, a humildade e honestidade intelectual, bem como o respeito pela evidência e apreço pela Ciência e Tecnologia.

No que se refere aos conhecimentos, sinteticamente frisa-se estes são relevantes a dois níveis. Por um lado, são o contexto e base fundamental para se poder envolver ou responder a questão(ões) ou problema(s) de C&T. Por outro lado, é crucial desenvolver os conhecimentos inerentes ao próprio PC, como os relativos ao que são inferências, falácias, assunções, dados, resultados, conclusões e generalizações. No que diz respeito às normas e critérios prendem-se com a qualidade do pensamento e do juízo de valor e que são usadas na C&T, como o caso do rigor, ética e controlo de variáveis.

Com base nesta conceitualização e dos contributos da investigação que tem sido realizada pelos mesmos investigadores e outros que têm integrado a sua equipa, por exemplo em projetos de pós-Doutoramento, incluindo de várias outros países, como o Brasil, salientam-se os atributos necessários para a promoção do pensamento crítico em contexto CTS, que Vieira (2018) resume com base no acrónimo PIGES: Principiar, o mais cedo possível; Intencionalmente, adotando para tal uma conceitualização como a acima proposta; Gradualmente e de acordo com o potencial e contextos dos aprendentes; Explicitamente identificando as dimensões a promover; e Sistemáticamente, desde os primeiros anos de escolaridade e ao longo da vida.

CTS COM PC NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Uma educação em Ciências com uma orientação CTS com PC, tal como se acaba de propor, e na linha do defendido por investigadores como Vieira (2003), Vieira et al. (2011), Vieira, Moreira e Tenreiro-Vieira (2016) e Tenreiro-Vieira e Vieira, (2016b), destaca-se por um conjunto de motivos distintivos e disruptivos com o que atualmente continua a prevalecer nas práticas educativas. Um deles prende-se com o valorizar de situações reais para um ensino contextualizado da C&T, enfatizando as suas interações com a sociedade, capaz de viabilizar a eficaz mobilização de conhecimentos, disposições/attitudes e capacidades com normas necessárias à qualidade do PC. Este é um dos motivos que pode, entre outros, contribuir para um maior interesse dos estudantes pelas Ciências e Tecnologias e por seguirem carreiras nestas áreas. Um outro motivo relaciona-se com o partir de problemas ou questões de C&T, sempre que possível em num contexto interdisciplinar, com vista a mais integrada e articuladamente ser possível conciliar as análises fragmentadas e com linguagens diferentes, com propostas de resolução e tomada de decisão o mais debatida e coletiva possível.

Nesta ótica, além das razões que sustentam e reforçam a importância do PC, como o de ser considerado um ideal central ou mesmo o "coração" da educação e a base social de vivência democrática numa sociedade plural, com qualidade de vida, ele é também uma via privilegiada para a meta da literacia científica (VIEIRA E TENREIRO-VIEIRA, 2016a; b). Isto porque, ainda de acordo com estes autores, poderá permitir aos indivíduos tomar posição fundamentada e sustentada sobre questões e problemas de C&T, raciocinando logicamente de modo a detetar, por exemplo, incongruências na argumentação ou no sentido de suspender a tomada de decisão no caso de haver evidência insuficiente para traçar e sustentar uma conclusão.

Neste enquadramento, a orientação CTS com PC são finalidades da Educação em Ciências em diversos currículos de países de diferentes continentes, desde os primeiros anos de escolaridade, a qual deve ser orientada para a formação de cidadãos capazes de adequada e eficazmente mobilizar saberes em ação. Além do já referido, e como salientado pelos últimos autores citados, os pontos de convergência entre estas duas finalidades são diversos, dentre os quais se destaca, de forma resumida, o: (i) Selecionar temas ou conteúdos de índole mais social ligados à C&T que estimulem o potencial do PC de forma explícita, intencional, sistemática mas gradual e desde os primeiros anos de escolaridade (PIGES); (ii) Partir de questões-problema e valorizar de situações reais para um ensino contextualizado da Ciência, enfatizando as interações com a Tecnologia e a Sociedade, capaz de viabilizar a eficaz mobilização de conhecimentos, disposições/attitudes e capacidades, como as de PC já anteriormente referidas; (iii) Encorajar e contribuir para a compreensão pública da Ciência e Tecnologia de todos, ainda que com níveis diferentes de profundidade conforme os níveis etários, de modo a poderem acompanhar do(s) processo(s) de transformação social e os cada vez mais complexos e voláteis desafios que o planeta enfrenta de (in)sustentabilidade e sanitários, como a pandemia COVID-19; (iv) Planear e envolver ativamente os estudantes, quer cognitiva quer fisicamente com o uso de vários dos sentidos humanos, na resolução de problemas, muitos deles só possíveis ou melhor solucionados com interdisciplinaridade; e (v) Avaliar os efeitos e a progressão da aprendizagem de C&T e PC, quer de forma integrada como é o caso das propostas em Vieira et al (2011), quer nas suas várias componentes ou dimensões, como apresentado na figura 1, como é o caso do Teste de PC de Cornell (nível x), validado para Português ou o instrumento proposto recentemente por Bordoni, Silveira e Vieira (2020).

Estes pontos e desafios exigem investigação, formação, maioritariamente inicial e continuada de professores, e inovação para que a sua transposição e operacionalização possa ser o mais fundamentada e eficaz possível. Mas, além da lista de trabalhos de investigação publicada em 2016 (VIEIRA e TENREIRO-VIEIRA, 2016b), pouco foram desenvolvidos nos

últimos 5 anos e continuam a ser escassos os trabalhos de investigação sobre CTS com PC na educação em Ciências. E ainda menos com propostas didáticas desde os primeiros anos de escolaridade, como se procura sistematizar na secção seguinte deste artigo.

De qualquer modo, como se poderá consultar nas publicações (em <http://aia-cts.web.ua.pt>) da *Associação Ibero-Americana Ciência-Tecnologia-Sociedade na Educação em Ciência* (AIA-CTS), existe uma atenção crescente a esta área e o aumento de artigos e comunicações começa a ser evidenciado. Esta associação científica particular e sem fins lucrativos, fundada em 9 de julho de 2010, e tal como está no site acima, pretende abarcar toda a comunidade ibero-americana, formada pelos 22 países da Europa e das Américas do Sul, que trabalha e tenha interesse no conhecimento sobre CTS na Educação em Ciência, com a intenção de aprofundar, divulgar e promover o seu desenvolvimento.

PROPOSTAS CTS/PC DESDE OS PRIMEIROS ANOS DE ESCOLARIDADE

O desenvolvimento (conceção, produção, implementação e avaliação) de diferentes propostas didáticas, quer sejam atividades, sequências de ensino e de aprendizagem ou recursos educativos, com orientação CTS/PC, tem sido das áreas mais profícuas e necessárias para as mudanças educativas que se almejam e urgem. De facto, como atestam estudos como Vieira et al. (2001) e Vieira et al. (2016), as práticas dos professores continuam desligadas dos elementos característicos desta orientação, dado que continuam a predominar perspetivas convencionais, marcadamente empiristas e indutivistas que reforçam uma visão do conhecimento científico como mecânico, acumulativo, essencialmente memorístico e encardo como absoluto.

A título ilustrativo, tendem a estar ausentes das salas de aula estratégias e actividades como: o desempenho de papéis, tendo como pano de fundo situações reais de relevância pessoal e social que envolvem a Ciência e a Tecnologia; debates sobre questões sócio-científicas controversas; projectos de investigação e acção; resolução de problemas abertos que envolvem tomadas de decisão; trabalho prático laboratorial de cariz investigativo, designadamente actividades experimentais e questionamento com base em questões abertas, centradas na pessoa e provocativas do pensamento. (VIEIRA et al, 2011, p. 30)

As propostas de cariz CTS/PC para a educação em ciências desde os primeiros anos de escolaridade que sejam apelativas e interessantes para os alunos são uma absoluta necessidade reconhecida inclusive pelos próprios professores. Algumas das que se apresentam em seguida foram efetivamente desenvolvidas com os professores em contextos diferenciados, incluindo de formação continuada e pós-graduada. No seu desenvolvimento procurou-se plasmar os atributos da orientação CTS/PC, em consonância com o sistematizado anteriormente.

Neste quadro, têm sido desenvolvidas propostas diversificadas para vários níveis de escolaridade com atividades e estratégias mais reais, como as que envolvem a execução de estruturadores gráficos e questionamento e outras que são uma simulação da mesma, como debates, jogo de papéis, pesquisas e trabalho prático de índole laboratorial ou mesmo experimental. Vários exemplos destas podem ser encontrados, em Tenreiro-Vieira e Vieira (2000), neste caso com indicação do ano de escolaridade considerado mais apropriado, e em Vieira et al. (2011) uma sequência de ensino / aprendizagem sobre diferentes temas aglutinadores, de índole CTS, como sejam a *Utilização de recursos naturais – As plantas e a Poluição da água*.

Neste caso e em outros posteriores e para melhor situar e enquadrar as atividades desenvolvidas também se apresenta um breve enquadramento temático para apoio aos professores. Também se incluem outros recursos, como mapas conceituais de referência ao desenvolvimento da temática em causa, onde se procuram destacar os conceitos científicos considerados fundamentais, bem como a interface entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. No enquadramento curricular e orientações didáticas que também se incluem em algumas das propostas que têm vindo a ser desenvolvidas, que se consideram que podem afetar as vidas pessoais dos alunos procurou-se intencionalmente que estes (re)construíssem conhecimentos e desenvolverem capacidades de PC essenciais ao exercício da cidadania, como, por exemplo, selecionar e analisar informação, procurar razões e apresentar e defender uma posição. Ou seja, esta atuação mais ativa dos estudantes na realização das diferentes propostas procura, entre outras, proporcionar-lhes: (i) Oportunidade de terem tempo e explicitarem o que pensam; (ii) Um ambiente de aprendizagem que os estimule a expressarem e explorarem as suas ideias e a questionarem-se mutuamente; (iii) Uma compreensão conceptual mais profunda sobre problemas ou questões sociais com que se confrontam; (iv) o alcançarem o êxito, sem coartar a sua autonomia e procurando evitar domínio e imposição de maneiras pessoais de pensar e agir; e (v) A sistematização do que aprenderem e a avaliarem o seu desempenho.

Na sequência da investigação que continuaram a desenvolver Tenreiro-Vieira e Vieira (2014) e tendo em vista a literacia científica dos alunos do ensino básico (em Portugal do 6 aos 15 anos) com orientação CTS/PC desenvolveram e apresentam com algum detalhe outras propostas didáticas. É o exemplo do Desempenho de papéis (*role-play*) ou Caso Simulado e do debate.

No Desempenho de Papéis ou Caso Simulado designado *Instalação de uma cimenteira em Vale Maior*, os alunos são confrontados com uma potencial situação (simulação de um caso real) de intervenção humana com implicações a diversos níveis, nomeadamente ambiental, económico e social. Entre outros, pretende-se que os alunos sejam capazes de: Explicar fatores de poluição do ar, os impactos dessa poluição e a necessidade de preservação dos ecossistemas, de analisar, interpretar e avaliar evidência recolhida a partir de múltiplas fontes de modo a compreender as diferentes vertentes de uma situação problema e de argumentar sobre a importância de procurar soluções individuais e coletivas visando a qualidade de vida de todos e, no caso, a favor ou contra a instalação de uma cimenteira num contexto específico, apresando razões cientificamente válidas e socialmente aceitáveis. O caso consiste numa controvérsia pública, desencadeada a partir de uma notícia de jornal, que suscita a participação de vários atores sociais com interesses e pontos de vista diversos perante a questão "O presidente da Câmara de Vale Maior deve, ou não, defender a instalação da cimenteira em Vale Maior?".

Já no que se refere ao debate, no caso sobre técnicas de reprodução medicamente assistida como a maternidade de substituição, procura-se proporcionar a vivência de controvérsias que viabilizem o exercício da cidadania e da participação social, numa perspetiva de responsabilidade partilhada, que permita explicitar o quadro de valores a partir do qual são analisadas, fazendo emergir a necessidade de (re)construir e mobilizar, de forma integrada, conhecimentos, capacidades, disposições/atitudes e normas na ação responsável. Nesta perspetiva, pretende-se que os alunos sejam capazes de, entre outras: Planificar e realizar pesquisas de informação com o propósito de conhecer e compreender uma situação problema na sua globalidade e complexidade, explicar técnicas de reprodução medicamente assistida e comunicar a sua argumentação, organizando o seu discurso de forma lógica, coerente, clara e precisa e usando adequadamente linguagem científica na resposta à questão: "Na tua opinião, qual deve ser a decisão do casal Cláudia e Paulo: Adotar uma criança ou recorrer à maternidade de substituição?". Para tal propõem a pesquisa e confronto com fontes de informação credíveis que apresentem diferentes pontos de vista,

explicitando sistemas de valores e razões que os fundamentam. Os proponentes desta estratégia verificaram ser mais produtivo a organização de atividades diversificadas antes, durante e após o debate propriamente dito, tal como sistematizam depois um quadro e com orientações didáticas para a sua mais eficiente implementação e avaliação.

No mesmo sentido, com preocupação de contemplarem uma orientação CTS/PC em outros temas e com diversificação de estratégias, Tenreiro-Vieira e Vieira (2018, 2019a, b; 2020) apresentam propostas didáticas em diversos contextos e situações do quotidiano. Estas estão nestes artigos descritas e com a particularidade de integrarem evidências de diferentes alunos, quer a nível socioeconómico e cultural, quer a nível de aproveitamento escolar. Estas vão desde o "Brasão de Armas Pessoal", a "Folha de Valores" e o "Jornal de Parede de Valores", os *Posts* sobre Questões-Problemas atuais, até à Escrita de Ensaios Argumentativos ou de Posição sobre questões sócio científicas atuais e, sempre que possível controversas. Estas, que se fundamentam ao nível da dimensão das disposições/atitudes, em outros referenciais teóricos complementares ao anteriormente apresentado, procuram fundamentar uma atuação não doutrinária, com uma atmosfera de sala de aula que estimule o pensamento crítico, que favoreça, a título ilustrativo, o estabelecimento de interação aberta e pautada pelo respeito entre os alunos e entre estes e o professor.

Em todas estas propostas, que aqui se apresentaram a título ilustrativo, salienta-se que o professor não deve ser a autoridade que fornece o caminho ou a resposta dita correta aos alunos. Tem, pelo contrário, de os encorajar a questionar e a apresentar ideias, a ouvir e respeitar pontos de vista diferentes do seu, a estabelecer comparações, a detetar contradições e inconsistências, a fornecer razões e evidências com base em princípios fundamentados e imparciais e a descortinar implicações e consequências (TENREIRO-VIEIRA E VIEIRA, 2014). Só assim, tem sido possível em todas as investigações realizadas e antes referenciadas, pese embora as dificuldades sentidas pelos professores (algumas só ultrapassadas com formação) e pelos estudantes, a melhoria das aprendizagens dos alunos, quer seja ao nível dos seus conhecimentos sobre C&T, quer ao nível das suas disposições/atitudes e das suas capacidades, desde que sejam mobilizadas com normas e critérios como o rigor e a imparcialidade.

CONSIDERAÇÕES FINAS

Os contextos educativos atuais e que se afiguram no futuro próximo continuam (talvez como nunca antes em face da evolução C&T vertiginosa) complexos e voláteis, mas também desafiantes. Um deles prende-se com a evidência que a proposta concetual para uma orientação CTS/PC que aqui se apresenta e o potencial das propostas didáticas que têm sido desenvolvidas, como as apresentadas anteriormente, possuem é um caminho para enfrentar a multidimensionalidade desses contextos. Outro relaciona-se com a promoção do PC, que se tem verificado possível desde os primeiros anos de escolaridade.

Mas importa continuar a alargar esse desenvolvimento a outras temáticas de índole CTS e aos vários níveis de escolaridade, incluindo no ensino superior. Neste último contexto a formação de professores, como se procura fundamentar por exemplo em Vieira (2018), em articulação com as políticas educativas, essencialmente as curriculares e de avaliação, deve ser toda articulada e isomórfica com este (ou outro) quadro concetual. Ou seja, o que se propõe teórica e epistemologicamente na formação deve ser consistente e coerente com o que se faz.

Além disso, as 4 dimensões ou componentes do referencial do PC aqui apresentado precisa de ser aprimorado e está atualmente a ser complementado com outros elementos e outros referenciais como o pensamento criativo. Igualmente urge ampliar a investigação neste campo e contemplar os novos recursos digitais para um ensino a distância mais desafiante e

profícuo, no qual se incluem as comunidades de Aprendizagem e Prática (CAP), incluindo *online*.

Termina-se com a tomada de consciência e a ênfase de que uma verdadeira educação CTS/PC é uma mudança, talvez radical, que implica de toda a comunidades educativa uma abertura de espírito e o respeito, no qual todos têm o direito de, com civilidade, questionarem e exigirem razões. Para tal, como se defendem Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), a humildade e honestidade intelectual, incluindo do professor, implicam, por um lado, o reconhecer a falibilidade das suas posições e o ser propenso a suspender juízos na ausência de evidência lógica de suporte às suas decisões e, por outro, o tentar convencer os outros, incluindo os alunos, da plausibilidade de uma posição, em vez de insistir para que acreditem porque assegura que é essa a verdade e ser cuidadoso com o rigor da linguagem que se vai usando nos vários contextos.

Agradecimentos

Agradeço à Revista Ciências & Ideias (RECI) o convite enviado pelo Prof. Doutor Jorge Messeder para participar nesta edição especial em homenagem ao Prof. Doutor Sidnei Quezada Meireles Leite, que comigo fez na Universidade de Aveiro, parte do seu Pós-Doutoramento e onde algumas das problemáticas aqui incluídas foram aprofundadas e discutidas no quadro dos diferentes contextos culturais e sociais existentes no Brasil e em Portugal. Tal permitiu rever boas recordações e esta sistematização de parte da investigação que se vai desenvolvendo, o que era uma das minhas metas a médio prazo.

Este trabalho é financiado por Fundos Portugueses através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UIDB/00194/2020.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, Glen. **Educação Científica para todos**. Mangualde: Edições Pedagogo, 2009.
- BAILIN, Sharon. Critical thinking and science education. **Science & Education**, n. 11, p. 361-375, 2002. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016042608621>
- BORDONI, Ananda, SILVEIRA, Marcelo, e VIEIRA, Rui. Análise de sequências didáticas de química por meio de um instrumento para a avaliação do pensamento crítico e ensino CTS. **Revista Poiesis**, v. 14, n. 26, p. 380-402, 2020. <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Poiesis/issue/view/367/showToc>
- CHRISPINO, Alvaro. **Introdução aos enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino** (nº 4 de Iberciencia). Madrid: OEI – Organização dos Estados Ibero-americanos, 2017. http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2017/11/introducao_aos_enfoques_cts_na_educacao_e_no_ensino_final.pdf
- COSTA, Sandro, OBARA, Cássia, e BROIETTI, Fabiele. Critical thinking in Science education and Mathematics education: research trends of 2010-2019. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1-30, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6706>
- ENNIS, Robert. **Critical thinking**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996.
- FACIONE, Peter. **Critical thinking: What it is and why it counts**, 2015. https://www.researchgate.net/publication/251303244_Critical_Thinking_What_It_Is_and_Why_It_Counts
- GALAMBA, Arthur, e MATTHEWS, Brian. Science education against the rise of fascist and authoritarian movements: towards the development of a pedagogy for democracy.

Cultural Studies of Science Education, Publicado online, 2021.
<https://doi.org/10.1007/s11422-020-10002-y>

MANSOUR, Nasser. Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 29, n. 4, p. 287-297, 2009.

MARTINS, Isabel. Revisitando orientações CTS/CTSA na educação e no ensino das ciências. **Revista APEduC**, v. 1, n. 1, p. 13-29, 2020.
<https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/63/1>

NAÇÕES UNIDAS. **Guia para o Desenvolvimento Sustentável – 17 objetivos para transformar o nosso mundo**. Lisboa: Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 2018. https://unric.org/pt/wp-content/uploads/sites/9/2019/01/SDG_brochure_PT-web.pdf

SOUSA, Ana, e VIEIRA, Rui. O pensamento crítico na educação em ciências: Revisão de estudos no ensino básico em Portugal. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 29, n. 1, p. 15-33, 2018. http://www2.unemat.br/revistafaed/content/vol/vol_29/artigo_29/15_33.pdf

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. **Promover o pensamento crítico dos alunos: propostas concretas para sala de aula**. Porto, Portugal: Porto editora, 2000.

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 52, p. 163-242, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782013000100010>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. **Construindo Práticas Didático-Pedagógicas Promotoras da Literacia Científica e do Pensamento Crítico** (nº 2 de IBERCIENCIA). Madrid: OEI – Organização dos Estados Ibero-americanos, 2014. <http://www.iberenciaoei.org/doc2.pdf>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do pensamento crítico. **Revista Ibero Americana de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v. 11, n. 33, p. 143-159, 2016. <http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Ciência, Cidadania e Desenvolvimento Sustentável na Escolaridade Básica: Que Possibilidades? Que Realizações? In: M. GORDILLO, Mariano e MARTINS, Isabel (Coords.). **Ciencia Cordial - Un Desafio Educativo**. Madrid: Catarata, 2018. p. 48-60. <http://formacionib.org/noticias/?Ciencia-cordial-Un-desafio-educativo-Libro-completo-en-PDF>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Promover o pensamento crítico em ciências na escolaridade básica: Propostas e desafios. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, v. 15, n. 1, p. 36-49, 2019a. <https://doi.org/10.17151/rlee.2019.15.1.3>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Abordagem de temas do currículo de ciências do ensino básico num quadro EDS com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade / Pensamento Crítico. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, p. 895-914, 2019b. <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/12362/10010>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Promover o Pensamento Crítico em Contextos CTS: Desenvolvimento de Propostas Didáticas para o Ensino Básico. **Indagatio Didactica**, v. 12, n. 4, p. 471-484, 2020. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21823>

VIEIRA, Rui. **Formação Continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC**. Tese de Doutoramento em Didática da Universidade de Aveiro, Aveiro, 2003.

VIEIRA, Rui. **Didática das Ciências para o Ensino Básico**. Faro: Sílabas e Desafios, 2018.

VIEIRA, Rui, e TENREIRO-VIEIRA, Celina. Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 13, n. 61, p. 659-680, 2016a. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-014-9605-2>

VIEIRA, Rui, e TENREIRO-VIEIRA, Celina. Pensamento Crítico e CTS no Ensino das Ciências. **Boletim AIA-CTS**, n. 3, p. 14-18, 2016b. http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2015/03/AIA-CTS_Boletim_03.pdf

VIEIRA, Rui, MOREIRA, Luis, e TENREIRO-VIEIRA, Celina. Promoting science-technology-society / critical thinking orientation in basic education. In C. Vasconcelos (Ed.), **Geoscience Education: Indoor and Outdoor** Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 195-205.

VIEIRA, Rui, TENREIRO-VIEIRA, CELINA, e MARTINS, Isabel. Pensamiento crítico y literacia científica. **Revista Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales**, n. 65, p. 96-103, 2010.

VIEIRA, Rui, TENREIRO-VIEIRA, CELINA, e MARTINS, Isabel. **A educação em ciências com orientação CTS – Atividades para o ensino básico**. Porto: Areal Editores, 2011.



Revista
Ciências & Ideias