PERSPECTIVAS ACTUAIS CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO E NA INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

Isabel P. Martins¹ e Fátima Paixão²

INTRODUÇÃO

Paralelamente à discussão académica sobre interrelações Ciência-Tecnologia, tem vindo a crescer a percepção pública sobre o risco de algumas aplicações tecno-científicas, o que se repercute em políticas de ciência e tecnologia adoptadas. A visibilidade da politização da Ciência é hoje um facto traduzido em opções por financiamento da investigação em umas áreas científicas em detrimento de outras. A discussão sobre a legitimidade das escolhas nunca será um tema pacífico pois implicará sempre a valorização social de apenas algumas. A investigação científica no domínio da educação tem sido apoiada, em todos os países, através de sistemas de gestão de Ciência e Tecnologia, embora esta seja, em geral, uma área menor e de menor visibilidade, quase sempre remetida para o domínio das Ciências Sociais e Humanidades. Fora parte esta discussão, e entrando agora na investigação em Educação, proliferam os domínios de especialidade onde os estudos se poderão encaixar. No caso da Educação em Ciência a discussão também existe, escolhendo uns autores o termo Educação em Ciência e outros Educação em Ciências, posição de cariz epistemológico que, em termos gerais tem, sobretudo, a ver com os objectos de estudo, a educação científica do cidadão não especialista ou, no segundo caso, a educação científica em contexto curricular. Quer uns, quer outros, tomam como crucial o desenvolvimento da cultura científica como parte integrante da cidadania democrática. É nesta perspectiva que o presente trabalho se enquadra, pretendendo reflectir sobre perspectivas e orientações para o ensino de Ciências numa orientação de cultura científica, sendo este último um conceito polissémico que compreenderá sempre

¹ Licenciada em Química e Doutora em Didáctica das Ciências. Professora Catedrática do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro e Membro do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (actualmente sua Coordenadora), Universidade de Aveiro, Portugal.
Principais áreas de Pesquisa: Didáctica das Ciências, particularmente para os primeiros anos de escolaridade; CTS ó Currículo e recursos didácticos; Formação de Professores e Educadores.
E-mail: imartins@ua.pt

² Licenciada em Física, Mestre em Ciências da Educação/Supervisão (Ciências) e Doutora em Didáctica (Ciências). Professora Coordenadora do Instituto Politécnico de Castelo Branco e Membro do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Portugal.
Principais áreas de Pesquisa: Didáctica das Ciências, particularmente no domínio da Física e Química - Filosofia e História da Ciência; Ciência, Tecnologia e Sociedade e Formação de Professores e Educadores.
E-mail: mfpaixao@ipcb.pt

conhecimento de conteúdo, desenvolvimento de uma consciência crítica sobre as potencialidades e limitações da Ciência e adopção de atitudes e comportamentos consoante o papel social de cada um.

A SOCIEDADE DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

O conhecimento científico e tecnológico marca, de modo distintivo, as sociedades dos países ditos desenvolvidos; aliás, esse desenvolvimento esteve e está estreitamente associado ao modo como foram encarando, valorizando e usando a Ciência e a Tecnologia. Não sendo a única forma de olharmos o mundo, estas oferecem-se como um poderosíssimo instrumento ao serviço da humanidade (OSÓRIO e MARTINS, 2011; MARTINS, 2002; 2006; ACEVEDO-DÍAZ et al., 2003; CACHAPUZ, SÁ-CHAVES, e PAIXÃO, 2004; MARQUES, 2009; AIKENHEAD, 2009).

A Ciência (conhecimento e capacidade para desenvolver e compreender representações do mundo) e a Tecnologia (conhecimento e capacidade para fazer ou transformar alguma coisa) são campos de actividade cada vez mais interdependentes, tendo vindo a crescer a utilização do termo «tecnociência» revelador da indissociabilidade das duas entidades que dão o cunho distintivo à Sociedade actual (PRAIA e CACHAPUZ, 2005).

Os indivíduos vêem o seu quotidiano crescentemente invadido pela tecnologia de base científica, o que cria até algumas «necessidades tecnológicas», em geral consideradas como indutoras de melhoria da qualidade de vida e até o poder político determina procedimentos, a nível da administração pública, envolvendo tecnologias avançadas (por exemplo, submissão de candidaturas e declarações por via electrónica). Como resultado da aceitação de normativos, ou da sua imposição, a sociedade também muda profundamente, moldada pela Tecnologia.

O século XX foi notável em avanços tecnológicos, conquistas civilizacionais mas também grandes massacres (Primeira e Segunda Guerra Mundial, Holocausto) e revoluções políticas (os regimes democráticos alargaram-se e consolidaram-se no século XX, sobretudo depois da Segunda Guerra). No domínio das invenções tecnológicas são muitas as conquistas que modificaram profundamente a vida pessoal, familiar, profissional e social, aumentando o bem-estar mas criando «novas necessidades» e novos hábitos de vida. Destacam-se os sistemas de transporte com montagem e produção em massa de veículos motorizados terrestres, marítimos e aéreos; as tecnologias de comunicação e entretenimento como cinema, rádio e televisão; a exploração do espaço; a electrónica e informática que estão na base dos

sistemas de telecomunicações avançados, computador e Internet; os meios de diagnóstico médico, os antibióticos e os contraceptivos orais acrescentaram anos de vida e modificaram hábitos sociais; o uso de fontes de energia diversificadas e alternativas, em muitos casos, aos combustíveis fósseis; a melhoria dos sistemas de produção agrícola e industrial.

Se o século XX foi pródigo em produtos e meios que alteraram profundamente a vida *das* e *em* sociedade com novos estilos de vida, as invenções e aplicações da Ciência e da Tecnologia, ocorridas na primeira década do século XXI, alcançaram já relevante repercussão no nosso presente e, certamente continuarão a tê-la, de forma ainda mais acentuada, no futuro. As redes sociais como o *Facebook* (lançado em 2004) ou o *Twitter* (criado em 2006), constituem meios poderosíssimos de comunicação entre indivíduos tornando possível difundir mensagens de forma tão alargada como jamais havia sequer sido pensado. O modo de obter informação sobre quase tudo e de forma livre, através da *Wikipédia* (lançada em 2001), oferece uma cultura acessível em 260 idiomas activos, sendo um dos *websites* mais visitados. Os *Smartphones* (telefones inteligentes) permitem que qualquer pessoa desenvolva programas para funcionar nesses telefones e permitem, a qualquer um, aumentar o relacionamento social ou isolar-se num mundo totalmente virtual (incluem o *iPhone*, o *iPod*, o *iPad*). O *YouTube* (fundado em 2005), um site livremente alimentado e acedido nos seus conteúdos, constitui um modo de indução ou modelação de comportamentos na sociedade, que tanto podem ser eticamente sustentados como totalmente transgressores, pela imitação ou pela extravagância. O *Google Earth* (criado em 2005), é um programa que permite explorar em 3D, à frente do computador, todos os locais e pontos do Planeta. Os *transístores de papel*, conceito desenvolvido em 2008 por uma equipa de cientistas portugueses, permitirão, a curto prazo, baixar consideravelmente o preço dos sistemas electrónicos e, por isso, torná-los ainda mais acessíveis. Através da investigação científica atingiu-se, também na última década, a descodificação do Genoma humano e avançou-se no conhecimento sobre células estaminais, quer sobre o seu modo de preservação, quer sobre o seu papel na regeneração de órgãos e na cura de muitas doenças. Estamos, seguramente, mais informados e mais ricos no espólio tecnológico disponível, utilizável por muitos que sobre os princípios subjacentes nada conhecem, mas deveríamos aumentar a consciência colectiva sobre as suas implicações e os valores subjacentes ao seu uso. Esta consciência desenvolve-se ao longo de toda a vida, através de diversos agentes e em vários contextos, mas não dispensa que em contexto escolar tal seja considerado desde muito cedo.

EXCLUSÃO E SOFRIMENTO HUMANOS NO SÉCULO XXI

Enquanto uma parte (pequena à escala global) da humanidade evolui vertiginosamente para elevados padrões de consumo sobre bens gerados com conhecimento, tendo em vista o aumento do seu (potencial) bem-estar, outra parte da mesma humanidade confronta-se com níveis de pobreza preocupantes, nalguns casos mesmo pobreza extrema. A constatação destas discrepâncias impõe a reconsideração do actual modelo de desenvolvimento e impõe uma reflexão profunda sobre as causas dos fenómenos de exclusão e de sofrimento humanos.

Os direitos humanos consagram a saúde e o bem-estar quanto à alimentação, ao vestuário, ao alojamento, à assistência médica, à educação, aos serviços sociais necessários e à segurança nos casos de perda de meios de subsistência por circunstâncias independentes da sua vontade (OHCHR, 2005). Mas apesar da Declaração dos Direitos Humanos datada de 1948, a situação actual de uma boa parte da humanidade é deplorável. No mundo, o número de pessoas subnutridas continua a ser muito elevado. Apesar dos acordos e compromissos assinados em frequentes Cimeiras internacionais, o progresso tem sido praticamente invisível. Enquanto que para o mundo ocidental a fome já há muito não constitui problema, com excepção de algumas franjas, para grande parte da população de África ou da Ásia Central e Oriental, a realidade é a fome permanente. De acordo com o Relatório do PNUD de 2002 (PNUD, 2002), nesse momento, se o progresso global continuasse ao mesmo passo seriam necessários mais de 130 anos para o mundo se libertar da fome. De acordo com outro Relatório posterior (PNUD, 2005), apesar de ter havido um decréscimo da desnutrição desde 1990, de 20% para 17%, o crescimento demográfico deixou inalterado o número de pessoas com fome. Como facilmente se percebe, aspectos como este, sendo intoleráveis e indignos, ameaçam a paz mundial. Contudo, os recursos alimentares existentes são suficientes para alimentar a humanidade; é a sua deficiente distribuição e gestão, o desperdício e a especulação dos mercados que conduzem à situação de miséria das pessoas que não têm tais recursos em quantidades suficientes (PNUD, 2003). Já em 2006 (PNUD, 2006), ainda era evidenciado que uma em cada cinco pessoas residentes em países em desenvolvimento, não tinha acesso a água potável e mais do dobro não tinha acesso a saneamento básico, apesar de no mundo se dispor de tecnologia, dos meios financeiros e da capacidade humana para resolver o problema da água. Em 2009 (PNUD, 2009) persiste evidente a injustiça das desigualdades e do progresso irregular na saúde, na riqueza e na educação em 182 países. Tais desigualdades afectam a esperança média de vida dos mais carenciados em cerca de menos 30 anos.

São variadas as causas da degradação das condições de vida humana, sendo o crescimento demográfico descontrolado, porventura, a mais gravosa porque conduz a maior procura de alimentos e outros recursos, ao mesmo tempo que diminui a porção de terra agrícola disponível. Estamos, no início da segunda década do século XXI, a atingir, previsivelmente no final de 2011, os 7 mil milhões de pessoas vivas. Este número representa o dobro de há cinquenta anos atrás, em 1960, e mais do que quadruplicou em relação ao valor no início do século XX, quando existiam 1,65 mil milhões. Apesar da enorme pressão que representa para o Planeta o crescimento demográfico, o maior impacte resulta do aumento verificado no consumo médio por habitante.

Os problemas da humanidade com reflexo à escala global devem ser abordados em contexto de ensino formal e, sobretudo, devem ser consideradas nas várias disciplinas integrantes dos planos de estudos, perspectivas de ensino que confirmem competências para a compreensão e formas de acção com mais conhecimento e mais solidariedade. O ensino das Ciências, para todos os níveis de escolaridade, deve preocupar-se com outras dimensões do saber, para além dos conteúdos disciplinares específicos. Conhecer os contextos onde os problemas se colocam, as variáveis que os afectam, e os valores que subjazem à procura de soluções são de enorme importância. A orientação CTS para o ensino das Ciências tem esta perspectiva de educação em mente.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA COM RESPONSABILIDADE SOCIAL

Se a Ciência e a Tecnologia são um corpo de saberes importantes eles terão de ser um instrumento ao serviço da compreensão sobre o Mundo, quer na interpretação da evolução sofrida, quer na definição de cenários que permitam a mitigação de problemas, uns previsíveis como os decorrentes do esgotamento de matérias-primas, outros imprevisíveis resultantes de acidentes ou catástrofes. O acidente ocorrido em 2010 na mina de S. José no Chile tornou-se um verdadeiro desafio à capacidade da Ciência e da Tecnologia concertarem e mobilizarem, a nível mundial, o melhor conhecimento para resolver o problema que não teria tido solução se tivesse ocorrido alguns poucos anos antes. A forma como se congregaram e articularam saberes e recursos para alcançar, com êxito, a solução da situação criada pelo colapso da mina pode ser apresentada como um caso paradigmático na história da Ciência e da Tecnologia.

Mas o avanço do conhecimento científico pode tornar, ainda que pareça um paradoxo, vulnerável a própria Ciência³, através do acesso quase imediato ao trabalho de equipas concorrentes. Além disso, a Ciência e a Tecnologia são, actualmente, actividades institucionalizadas que necessitam de elevado financiamento pelo que são, portanto, fortemente condicionadas pelas lógicas dominantes do poder económico, seja público, seja privado. As opções dos financiadores sejam entidades privadas, seja o Estado, portanto o poder político, condicionam os problemas em estudo, face às prioridades definidas. Contudo, Vilches e Gil (2003) referem, a propósito das problemáticas ambientais, que a tendência do público em lançar sobre a Ciência e a Tecnologia a responsabilidade da situação actual do Planeta não deixa de ser uma mera simplificação reducionista em que é fácil cair, uma vez que cabe também aos cientistas estudar tais problemas e apontar soluções.

A todos os cidadãos incumbe responder aos problemas da humanidade, compreendendo as suas causas e actuando de acordo com os campos de acção de cada um. A situação actual da humanidade e do Planeta permite afirmar que para acedermos, no futuro, a uma sociedade mais justa, equilibrada e ecologicamente responsável teremos de seguir outro caminho. Um modelo misto quanto aos princípios de acção e que possibilite, por um lado, a conservação e respeito pelos recursos naturais e, por outro, o acesso de todos aos bens necessários a uma vida digna será o mais adequado (MARQUES, 2009). Assumimos, pois, que a Ciência faz parte da nossa cultura e partilhamos a letra e o espírito de um dos princípios da UNESCO e do ICSU, apresentado na Conferência Mundial sobre a Ciência, em 1999, em Budapeste (UNESCO ó ICSU, 1999): ãA Ciência está na Sociedade e é para a Sociedadeö. Apela-se neste princípio a todos, cientistas e não cientistas, para a consciência da função social do conhecimento científico pela importância que este assume nas situações de decisão sobre problemas de natureza tecnocientífica determinantes para o bem-estar e o progresso comprometidos com a paz e o desenvolvimento globais (MARTINS, 2006).

RELEVÂNCIA SOCIAL DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A Declaração de Budapeste demonstrou, de facto, uma sensibilidade considerável quanto à dimensão ética da ciência e da tecnologia ao relatar que a ciência deve ser entendida como um bem comum da humanidade e que as suas aplicações devem servir propósitos humanitários. Enfatiza-se, ainda, que ter acesso contínuo à educação, desde a infância, é um

³ Aponte-se o recente caso da divulgação de informação confidencial dos EUA através do site *Wikileaks*, que alguns aclamam e outros condenam.

direito, e que a educação científica é essencial ao desenvolvimento humano. Ou seja, as grandes descobertas / invenções / inovações da ciência e tecnologia são imparáveis e mudam vertiginosamente a realidade social e ambiental e, portanto, o próprio estilo de vida das pessoas, para o bem e para o mal. Mais, em sociedades democráticas os indivíduos devem ter o direito e o dever de se implicarem nas grandes decisões que envolvam opções de natureza científica e técnica.

Neste enquadramento torna-se evidente que precisamos, então, de dispor, na medida necessária, de conhecimentos *em* Ciência e Tecnologia mas também *sobre* Ciência e Tecnologia, para que com estas possamos lidar, nos vários contextos em que se tornam relevantes para o cidadão e para a Sociedade (e que vão da esfera individual à da decisão colectiva). Defende-se, assim, uma sociedade crítica e reflexiva, atenta às situações e aos dilemas decorrentes das relações entre Ciência, Tecnologia e actividades sociais, económicas e políticas, bem como aos riscos gerados pelas aplicações técnico-científicas. Considera-se que o debate democrático, a participação cidadã nas decisões sobre questões ligadas à tecnociência e a força da opinião pública informada são meios fundamentais para orientar a utilização da Ciência e da Tecnologia para o progresso da humanidade e não para a sua destruição.

Do que ficou dito, realça-se que a finalidade da educação em ciência para todos os cidadãos deve garantir a preparação destes para desfrutarem dos benefícios proporcionados pela Ciência, para participarem na tomada de decisões (responsável e democraticamente) e na resolução de problemas (pessoais e sociais, locais e globais) que envolvam a ciência e a tecnologia (TENREIRO-VIEIRA e VIEIRA, 2004). O futuro da educação em ciência residirá, assim, no desenvolvimento de uma literacia científica crítica, característica indispensável de um público verdadeiramente informado (AIKENHEAD, 2009).

Nas últimas duas décadas o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (na sua versão original em língua inglesa *Science-Technology-Society* ó *STS*) tem despertado a atenção de educadores e de investigadores em todo o mundo, com o objectivo de redireccionar o ensino das Ciências com vista a melhorar as aprendizagens dos alunos, a motivá-los para estudos na área das Ciências e Tecnologias e, sobretudo, a compreenderem o valor social do conhecimento científico-tecnológico (AIKENHEAD, 2003; 2009; ZIMAN, 1994). O *slogan* CTS tem assumido diversas formulações e significados: *Science for Public Understanding* (Reino Unido, Holanda e Austrália), *Science-Technology-Citizen* (Noruega), *Citizen Science* (Austrália), *Science Awareness* (Hong-Kong) e *Science-Technology-Society-Environment* (Canada e Israel), por exemplo (AIKENHEAD, 2003). Apesar das diferenças terminológicas,

e até conceptuais, todos estes *slogans* sustentam o princípio que a Ciência escolar não deve centrar-se exclusivamente em conteúdos de ciência, mas deve relevar também as múltiplas relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Tais 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 interrelações CTS.

A educação CTS tem vindo a afirmar-se como campo de conhecimento congregando investigadores e professores de todos os níveis de escolaridade e em todos os continentes. Orientações CTS espelham-se em currículos, recursos didáticos e estratégias de ensino, o que tem remetido para a necessidade de formação de professores.

A cultura científica nas sociedades contemporâneas implica conhecimento de múltiplas interrelações Ciência-Tecnologia-Sociedade e, para isso, é necessário que o contexto de ensino e aprendizagem o contemple. Compreender contextos sócio-culturais, políticos e económicos que influenciam rumos a dar à educação em Ciência é indispensável para construir um eixo orientador da investigação e da intervenção no âmbito da educação em Ciência(s). Em plena década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014), assume-se como relevante discutir o papel da Educação CTS quanto às suas finalidades e desafios que coloca.

De facto, os estudos CTS na área da educação preconizam uma nova imagem da Ciência e da Tecnologia nas suas relações com a Sociedade e o Ambiente mediante a organização de programas e de materiais orientados para alcançar objetivos específicos, já largamente consensuais. Osório (2002) considera a educação CTS como um contributo para uma melhor compreensão da sociedade em que vivemos, altamente moldada, influente e influenciada *na e pela* Ciência e Tecnologia. Nesta ideia, a educação CTS, preocupada com os problemas sociais, indissociáveis que são dos aspectos científicos e tecnológicos, deve valorizar a construção de valores e a assumpção de regras sociais e de atitudes que possibilitem aos cidadãos a tomada de decisões nas sociedades em que se inserem, de modo individual ou coletivo.

Sistematizando os objetivos da educação CTS, apresentados por Acevedo Díaz et al. (2003), podemos apontar que, com a educação CTS se pretende, entre outros: (i) aumentar a literacia científica; (ii) criar maior interesse pela Ciência e Tecnologia; (iii) contextualizar socialmente o estudo da Ciência por meio de relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade; e (iv) fornecer aos alunos meios para melhorar o pensamento crítico, a resolução criativa de problemas e a tomada de decisões.

Assim, para conseguir objetivos como os apontados, o ensino das Ciências deverá basear-se em problemáticas sociais técnico-científicas, ou seja, tratar temáticas de elevado impacto social. Centeno (2007) sistematiza algumas dessas temáticas socialmente muito relevantes, que têm vindo a ser apontadas na literatura, como sejam: recursos alimentares; crescimento da população; qualidade do ar e da atmosfera; recursos de água; tecnologias de guerra; saúde e doenças humanas; recursos energéticos; uso do solo; substâncias perigosas; reacções nucleares; extinção de plantas e animais; recursos minerais.

Quanto à sua orientação, torna-se evidente que o ensino CTS abandona os modelos transmissivos, os modelos de descoberta ou, ainda, os modelos internalistas de mudança conceptual para assentar numa perspectiva construtivista de cariz social que prima pela decisão consciente de preparar os alunos para assumirem um papel mais dinâmico e ativo na sociedade. Assume-se, assim, a educação em ciência de orientação CTS como uma força cultural capaz de induzir uma participação mais ativa de todos os cidadãos numa sociedade de melhor qualidade democrática.

É uma educação desta índole que pode permitir enfrentar os avanços científicos e tecnológicos, melhorando a compreensão das relações existentes entre os três eixos - Ciência, Tecnologia e Sociedade. Têm sido diversas as propostas para o ensino das ciências guiado por orientações CTS.

PERSPECTIVAS DE ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DAS CIÊNCIAS

A educação formal das crianças e jovens é hoje equacionada em muitos países como devendo ser conduzida no ambiente social em que se desenvolve. Transpondo este princípio para o domínio da educação em Ciências, deparamo-nos com formas diversas de conceber o ensino das Ciências. Das primeiras visões de um ensino orientado òda Ciência para as suas aplicações, isto é, perceber os conceitos e passar depois às suas aplicações, por exemplo, tecnológicas, passou-se ao òensino em contexto ò no qual se parte de situações particulares para fundamentar a necessidade de abordagem dos conceitos. A visão CTS do ensino das Ciências implica escolher como objetos de estudo interrelações Ciência-Tecnologia-Sociedade, para o que se selecionam grandes temas, a que atrás foi feita alusão a alguns dos possíveis, e cuja abordagem mobiliza saberes específicos do domínio científico em questão, princípios da tecnologia associada e impactes de ordem social, económica e ética. Esta orientação para o ensino das Ciências corresponde à ideia de ensino para a literacia científica, ligada ao exercício de uma cidadania responsável, no qual se inclui conhecimento substantivo,

conhecimento processual, conhecimento epistemológico, pensamento crítico, capacidade de exposição de ideias, de elaboração de argumentos, de análise e de síntese, bem como a explicitação de atitudes inerentes ao trabalho em Ciência.

De facto, nos consensos crescentes acerca da educação CTS como aspeto indispensável e privilegiado para a integração dos cidadãos no mundo científica e tecnologicamente sustentado e dependente, os contextos da vida real, mais ou menos próximos dos alunos, são sempre relevados. A contextualização do ensino, apresenta-se, assim, como uma peça fulcral para uma aprendizagem com mais significado (PAIXÃO, CACHAPUZ e PEREIRA, 2006).

Usar os contextos e as aplicações da Ciência como suporte para desenvolver conceitos e ideias da Ciência e justificar a sua importância é uma das formas de conseguir maior relevância dos conteúdos do currículo de Ciências (CAAMAÑO, 2005). O termo contexto pode incluir aplicações sociais, económicas, ambientais, tecnológicas e industriais da ciência. Contextualizar é, afinal, relacionar com algo que é presente, passado ou mesmo futuro, que é ou que pode vir a ser familiar, inserido na vida quotidiana próxima ou longínqua.

A intenção da contextualização no ensino das Ciências tem, necessariamente, que ver com a sua reconhecida importância para a literacia científica crítica dos alunos e é, por isso mesmo, o suporte relevante da educação CTS. É o que atrás dizíamos, de tomar como ponto de partida a sociedade (o contexto) para desenvolver os conceitos e que pode, depois, usar esses conceitos (da Ciência e suas aplicações) para explicar e compreender outros contextos. Esta forma é a que mais motiva os alunos na aprendizagem das Ciências, por proporcionar uma relação mais direta da ciência da escola com a vida quotidiana, por facultar contributos para a resolução de problemas reais que se ligam diretamente com o exercício da cidadania. Muitos dos grandes Projetos que foram adquirindo dimensão internacional, de que é exemplo o *Salvers* (com início no Reino Unido), fundamentam-se exatamente na relevância do contexto como ponto de partida para o ensino das Ciências.

Relativamente ao ensino em contexto foram várias as perspetivas seguidas, registadas na literatura, sendo a perspetiva histórica a escolhida por vários autores (STINNER e WILLIAMS, 1993). No entanto, não se trata de fazer narrativas históricas e descrições empíricas mas conceber situações problemáticas abertas e contextualizadas capazes de despertar o interesse dos alunos e fazer emergir problemas cuja resolução conduza à aprendizagem de conceitos. A importância atribuída a episódios da história das ciências advém de considerar que: (i) tais episódios permitem a revisitação de fases essenciais da

construção de conhecimentos científicos importantes para a mudança conceptual; e (ii) permitem introduzir os alunos na Ciência enquanto Cultura.

Em traços gerais, o ensino em contexto realça a importância de explorar nas aulas de Ciências situações do dia-a-dia dos alunos salientando-se razões motivacionais e também razões ligadas a aspectos tecnológicos, éticos e morais que advêm do impacto de aplicações científicas na vida dos seres vivos. Pode, portanto, considerar-se que o ensino em contexto foi precursor do ensino CTS ou, para alguns, trata-se de perspectivas equivalentes.

O ensino em contexto foi exemplarmente ilustrado no caso da Biologia por van Rooyen (1994), definindo dois níveis: um nível *extrínseco* (utilização de uma notícia de jornal, um livro ou um problema social onde os conceitos possam ganhar um significado real); um nível *intrínseco* (relativo à percepção cognitiva feita pelos alunos). Este nível intrínseco pode subdividir-se em três subníveis distintos, *macro*, *meso* e *micro*.

O nível da *macro-contextualização* refere-se às relações que podem ser estabelecidas entre os conceitos e as experiências humanas. O nível da *meso-contextualização* diz respeito à necessidade de estabelecer pontes entre os vários temas estudados para evitar a compartimentação de saberes mesmo dentro da mesma área disciplinar. O nível da *micro-contextualização* tem a ver com a compreensão de aspetos particulares dos conceitos, recorrendo a comparações com conceitos e domínios mais familiares. Uma explicitação da concretização destes níveis e subníveis de contextualização para o caso da Biologia é apresentada por Mendes (1998).

Resumindo, no ensino em contexto selecionam-se contextos adequados aos conceitos e temas em estudo, pelo que estes podem ser os mesmos ao longo dos tempos variando apenas os contextos escolhidos.

Na orientação CTS para o ensino das ciências, enquanto movimento curricular, a organização das actividades de ensino deve estabelecer, de forma explícita, o foco nas relações recíprocas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. É como se, para um modelo de ensino CTS, pudéssemos considerar um triângulo equilátero em que nos vértices se dispusessem as três componentes: Ciência, Tecnologia e Sociedade. Mutuamente equidistantes, surgem indissociáveis e inter-relacionadas, apontando para uma multiplicidade de saberes envolvidos que se desenvolvem ultrapassando a perspectiva disciplinar, indo até mais além da interdisciplinaridade, apontando antes uma transdisciplinaridade (PAIXÃO, CACHAPUZ e PEREIRA, 2006).

A exploração de situações do dia-a-dia e de aplicações tecno-científicas são a base para a construção de situações de ensino contextualizadas. A seleção dos temas escolhidos

pode, portanto, condicionar os conceitos que são tratados. Nas palavras de Britton (1997), nas abordagens CTS são os contextos que determinam os conteúdos, e estes ganham relevância por contribuírem para a compreensão daqueles.

No entanto, existem visões intermédias e graduais sobre perspectivas CTS em currículos, estratégias e recursos didáticos, dando diferente destaque às características intrínsecas à orientação CTS, consoante o nível de estudos em questão e o desenvolvimento dos alunos. Por exemplo, Cachapuz, Praia e Jorge (2002), recorrendo a outros autores como Ziman (1994), destacam como características de um currículo CTS a multiplicidade de abordagens implicadas, tais como: a *transdisciplinaridade*, quando integra saberes provenientes de disciplinas diversas para dar resposta a um problema em estudo; a *histórica*, quando relaciona a co-evolução da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade; a *social*, quando enfatiza a dimensão sociológica da Ciência e da Tecnologia; a *epistemológica*, quando valoriza a natureza do conhecimento científico; e a *problemática*, quando o objeto de estudo são grandes problemas da atualidade.

Pela sua natureza, o ensino de orientação CTS pode apresentar um elevado número de estratégias com vista a responder às necessidades sócio-culturais dos jovens e que passam por: trabalho de grupo; aprendizagem cooperativa; debates em pequeno e grande grupo evidenciando problemas e dilemas; discussões centradas em ideias dos alunos; tomadas de decisões concretas sobre assuntos tecnocientíficos. Também os recursos a explorar podem passar por: visitas de estudo contextualizadoras que proporcionam contacto direto com o meio; situações práticas e testes experimentais que recriam ou simulam ambientes e ou testam previsões; material histórico preferencialmente proveniente de fontes primárias e que reporta a situações sociais, económicas, políticas, tecnológicas dos contextos de descoberta; documentários e notícias.

MOVIMENTO CTS E EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Do que foi referido nas secções anteriores salienta-se a importância da educação em Ciências em contexto escolar dever proporcionar a todos saberes, capacidades e atitudes promotoras de competências para se posicionar sobre assuntos e temas de interesse pessoal e social, a nível nacional e global. Embora a intervenção dos cidadãos seja mais explícita quando se tornam eleitores, é certo que as atitudes se constroem desde cedo pelo que cabe à Escola proporcionar contextos onde competências e gosto pela participação pública se

desenvolvam. O ensino das Ciências de orientação CTS, desde cedo e adaptado ao nível etário, proporciona o ambiente gerador de apetência pelo questionamento e pela procura de respostas a problemáticas com implicações sociais. Com efeito, se nas sociedades democráticas se espera que os jovens e os cidadãos em geral compreendam as questões científico-tecnológicas, essa mesma educação/formação permitir-lhes-á avaliar argumentos usados e, como tal, poderão influenciar decisões governamentais de impacto pessoal, social ou ambiental.

Embora o conhecimento científico cresça a um ritmo cada vez mais acentuado e as aplicações científico-tecnológicas se renovem e evoluam a um ritmo nunca imaginado (por exemplo, sistemas de comunicação), é legítimo e válido do ponto de vista educacional e social seguir uma orientação CTS na construção de programas curriculares e recursos didáticos. Esta orientação permite incrementar a literacia científica dos cidadãos de importância fundamental para o crescimento económico a longo prazo, bem como para uma cidadania efectiva.

O ensino das Ciências orientado por princípios intrínsecos a uma educação em Ciência na era da globalização (MARTINS, 2009; OSBORNE e DILLON, 2008; ROCARD *et al.*, 2007), impõe uma atitude positiva face à Ciência, aumento de recursos materiais e humanos na investigação científica onde se inclui a investigação em educação em ciência. A internacionalização das preocupações relacionadas com o desenvolvimento científico e com as questões educacionais exige concertação de esforços entre países. Organizações supranacionais como a OCDE desenvolvem programas independentes que asseguram a recolha de dados e contributos da investigação educacional com vista à definição de orientações e recomendações de políticas educativas e à comparação de resultados. Um dos programas mais emblemáticos é o *Programme for International Student Assessment (PISA)* que tem gerado grande controvérsia sempre que os resultados de uma fase do estudo são publicados. A literacia em ciências é uma das dimensões em estudo no PISA.

Também a Conferência Mundial sobre a Ciência (1999) chamou a atenção para a educação científica (í) [como] um pré-requisito fundamental para a democracia e para assegurar um desenvolvimento sustentável. Posições como esta remetem a educação para a sustentabilidade como um princípio orientador para o desenvolvimento e para a educação, onde a educação em Ciências tem um papel de destaque.

As orientações educativas associadas à ideia de sustentabilidade obrigam a diversificar conceitos centrados no desenvolvimento social, onde a educação multicultural, para a paz, para a saúde, para o consumo e para os valores são fundamentais (TEIXEIRA, 2004).

A Década das Nações Unidas para a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DNUEDS), 2005-2014, veio chamar a atenção para a necessidade de todas as sociedades e instituições definirem formas de intervenção activa. Assumindo-se que a meta da EDS é a transformação da sociedade pela ação, individual e coletiva, consciente e responsável, os educadores de todos os níveis de escolaridade e os investigadores não podem descomprometer-se do seu papel de agentes de mudança (SÁ, 2008). Tomemos consciência da importância da escola nesta formação/educação, mas tenhamos consciência que a educação para a sustentabilidade não é um problema a ser resolvido apenas na escola, se bem que esta não deva ignorá-lo.

Assim, defende-se que a educação em Ciência na perspectiva CTS terá de ser equacionada num quadro de desenvolvimento humano para o que muito importa considerar referenciais para a implementação da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, tendo em conta saberes específicos, contextos, estratégias, capacidades e competências numa perspectiva multi, inter e transdisciplinar. Abordagem das problemáticas CTS para a educação em Ciências, num contexto de EDS, deverá considerar: conteúdos numa perspectiva multi, trans e interdisciplinar; promover valores de respeito, solidariedade e cooperação; recorrer a metodologias ativas, diversificadas e adequadas aos contextos, e temáticas a trabalhar; orientar-se por princípios e processos democráticos; promover a compreensão das dimensões científica e tecnológica das problemáticas em análise; alimentar o questionamento e o debate.

Dos aspetos em que nos centrámos, realça-se, afinal, que apesar do progresso que a humanidade tem registado, através da Ciência e da Tecnologia, e colocado ao serviço do bem-estar, este teima em não atingir a maioria dos seres humanos. Se a Educação é um dos indicadores de desenvolvimento, a par do desenvolvimento económico e das condições de saúde, é através dela que as mudanças na Sociedade são possíveis. Na medida em que a Educação CTS proporciona e alerta para uma melhor compreensão das problemáticas sociais nas suas estreitas relações com o desenvolvimento científico e tecnológico, será com ela que poderemos esperar atingir o objetivo da literacia científica crítica que caracteriza as sociedades democráticas, único garante da justiça social e do desenvolvimento dos povos do Mundo.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A. & MANASSERO MAS, M. A. Papel de la Educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003.

AIKENHEAD, G. S. **Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula**. A paper presented at the European Science Education Research Association (ESERA) 2003 Conference, Noordwijkerhout, The Netherlands, August 19-23, 2003. Disponível em: http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA_2.pdf. Acesso em: 26 de Fev. 2011.

AIKENHEAD, G. S. **Educação Científica para Todos**. Mangualde e Ramada: Edições Pedagogo, 2009.

BRITTON, E. Sciences, Technologie, Societé/L'enseignement des sciences aux États-Unis. **Revue Internationale de l'Éducation**, Sévres, n. 14, p. 61-66, 1997.

CAAMAÑO, A. Contextualizar la Ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. **Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales**, Barcelona, n. 46, p. 5-8, 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências**. Lisboa: Ministério da Educação, 2002.

CACHAPUZ, A.; SÁ-CHAVES, I.; PAIXÃO, F. **Saberes Básicos de todos os cidadãos no século XXI**. Lisboa: Conselho Nacional de Educação/Ministério da Educação, 2004.

CENTENO, C. E. M. **O tema da mobilidade sustentável em práticas de ensino CTS no 1º CEB**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Aveiro, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2007.

MARQUES, V. M. V. **A Fome no Mundo**. Uma Proposta Didáctica para o 1º CEB. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Aveiro, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2009.

MARTINS, I. P. **Educação e Educação em Ciências**. Aveiro: Edição Universidade de Aveiro, 2002.

MARTINS, I. P. Educação em Ciência, Cultura e Desenvolvimento. In: PAIXÃO, M. F. (Org.). **Educação em Ciência, Cultura e Cidadania: Encontros em Castelo Branco**. Coimbra: Alma Azul, 2006.

MARTINS, I. P. Educação em Ciências em tempo de globalização. In: PAIXÃO, F.; JORGE, F. R. (Coord.). Educação e formação. Ciência, Cultura e Cidadania. **Actas XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências**. Castelo-Branco: ESE ó IP, 2009.

MENDES, A. **Um Modelo de Supervisão da prática pedagógica na formação inicial de professores de Biologia**. 1998. Dissertação (Mestrado em Supervisão, especialidade Ciências), Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, 1998.

OHCHR - OFFICE OF THE HIGH COMMISSIONER FOR HUMAN RIGHTS. **Declaração dos Direitos Humanos**. Genebra, 2005. Disponível em: <<http://www.unhchr.ch/udhr/lang/por.htm>>. Acesso em: 25 de Jan. 2011)

OSBORNE, J.; DILLON, J. **Science Education in Europe: Critical Reflections, a Report to the Nuffield Foundation**. Disponível em: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf (http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf, 2008. Acesso em: 5 Fev. 2011.

OSÓRIO, C. La educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 28, p. 61-82, 2002.

OSÓRIO, C.; MARTINS, I. P. La Educación Científica y Tecnológica para el Espacio Iberoamericano de Conocimiento. In: ALBORNOZ, M.; LÓPEZ CERREZO, J. A. (Editores) **Ciencia, Tecnología y Universidad en Iberoamérica**. Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2011, p. 119-141.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A.; PEREIRA, M. Património Cultural e Científico da Cidade: Cores e Corantes dos bordados de Castelo Branco. In: PAIXÃO, M. F. (Coord.). **Educação em Ciência, Cultura e Cidadania**. Encontros em Castelo Branco, 2006, Anais. Coimbra: Alma Azul, 2006. p. 111-148.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Aprofundar a democracia a nível mundial**. New York, 2002. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/hdr/hdr2002/5-Capitulo%205.pdf>>. Acesso em: 5 de Fev. 2011.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Objetivos de Desenvolvimento do Milénio. Um Pacto entre Nações para eliminar a pobreza**. New York, 2003. Disponível em: <<http://www.undp.org/hdr2003>>. Acesso em: 5 de Fev. 2011

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Cooperação Internacional numa Encruzilhada. Ajuda, Comércio e Segurança num Mundo Desigual**. New York, 2005. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/arquivos/rdh/rdh2005/rdh2005_resumo.pdf>. Acesso em: 6 de Fev. 2011.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Além da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água**. New York, 2006. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/arquivos/rdh/rdh2006/rdh2006_25pontos.pdf>. Acesso em 25 de Fev. 2011.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Ultrapassar Barreiras: Mobilidade e desenvolvimento humanos**. New York, 2009. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/arquivos/rdh2009/Destaque2.pdf>>. Acesso em 25 de Fev. 2011.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: Um compromisso ético. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, Madrid, v. 2, n. 6, p. 173-194, 2005.

ROCARD, M. et al. (High Level Group on Science Education) **Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe**. Bruxelas: Comissão Europeia, 2007. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/research/science->

[society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf](#)>. Acesso em: 5 Fev. de 2011.

SÁ, P. **Educação para o Desenvolvimento Sustentável no 1.º CEB: Contributos da Formação de Professores**. 2008. Tese (Doutorado em Didáctica), Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.

STINNER, A.; WILLIAMS, H. **Conceptual change, history and science stories**. *Interchange*, Calgary, v. 24, n. 1-2, p. 87-103, 1993.

TEIXEIRA, D. **O Ensino da Química na perspectiva da Literacia Química ó Recursos Didácticos para o Ensino Básico**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e Química), Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2004.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. Produção e validação de materiais didácticos de cariz CTS para a educação CTS no Ensino Básico. In: MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. F.; VIEIRA, R. (Org). **Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciências**, Aveiro: Universidade de Aveiro, 2004.

UNESCO ó ICSU. **Ciência para o Século XXI: Um Novo Compromisso**. Lisboa: Comissão Nacional da UNESCO, 1999.

VANROOYEN, H. The quest for optimum clarity of presentation: context creation as teaching skill. *The American Biology Teacher*, Washington, v. 56, n. 3, p. 146-150, 1994.

VILCHES, A.; GIL, D. **Contruyamos un futuro sostenible: Diálogos de supervivencia**. Madrid: Cambridge University Press, 2003.

ZIMAN, J. The rational of STS education is in the approach. In: SOLOMOM, J.; AIKENHEAD, G. **STS International Perspectives on Reform**. New York: Teachers College Press, 1994.