

[5] INVESTIGAR E INOVAR NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Fátima Paixão¹, Carina Centeno², Joana Quina², Vera Marques² e Ana Clemente²

¹Instituto Politécnico de Castelo Branco e Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Portugal
mfpaixao@ese.ipcb.pt

²Mestrado em Educação em Ciências no 1ºCEB, Universidade de Aveiro, Portugal

[Recibido en Diciembre de 2009, aceptado en Enero de 2010]

RESUMO

No pico de uma real situação de emergência planetária, a educação torna-se a melhor aliada de uma luta global com vista a um desenvolvimento sustentável. Para concretizar a Década da Educação para um Futuro Sustentável, a investigação em educação em ciências e a correspondente inovação na formação de professores e no ensino, apresentam-se entre os contributos mais fortes, amplos e eficazes. Parte do nosso contributo, que se apresenta neste artigo, tem passado pelo desenvolvimento de alguns estudos situados no quadro teórico que sustenta a educação CTS e assentes em temáticas centrais para a educação para a sustentabilidade ambiental: os transportes e a mobilidade, o uso da água, a fome no mundo, a preservação da biodiversidade. A aposta tem-se dirigido para o ensino nos primeiros anos através do desenho de propostas didácticas validadas por especialistas e em sala de aula e utilizadas quer no ensino quer como ferramentas de formação inicial e contínua de professores.

Palavras-chave: *Década da Educação para um Futuro Sustentável; investigação em educação em ciências; inovação didáctica; ensino básico.*

INTRODUÇÃO

Nenhum de nós pode ficar de braços cruzados perante a emergência planetária que estamos atravessando, sendo que as formas de actuação individuais e colectivas podem conduzir a vida sobre a Terra a destinos opostos, um deles, de todo, indesejável.

O desafio lançado por Amparo Vilches, Daniel Gil e José María Oliva (2009) que, há muito tempo e de formas diversificadas e complementares, têm investido numa consciencialização profunda de educadores e investigadores acerca da situação de emergência planetária, incentivou-nos a divulgar alguma investigação que temos conduzido, centrada em temáticas sócio-ambientais. Em boa hora lançaram a ideia de assinalar "o equador" da Década da Educação por um Futuro Sustentável partilhando

“o que estamos a fazer e o que nos propomos fazer”. Embora com a consciência de que teria sido possível ter feito muito mais, respondemos à chamada. Os trabalhos que aqui apresentamos pretendem alertar para actuações ao nível do ensino e da formação inicial e contínua de professores, no sentido de responder ao SOS do planeta Terra, cujo grito tem vindo a aumentar de intensidade à medida que as catástrofes e as calamidades ambientais se agudizam e sucedem.

De algumas investigações no âmbito de temáticas relativas à sustentabilidade ambiental, seleccionámos um conjunto de quatro (Mobilidade - Centeno, 2007; Água - Quina 2007; Fome no Mundo - Marques, 2009 e Biodiversidade - Clemente, s/d) desenvolvidas no contexto da educação básica, pelo seu impacto a nível educativo, quer pelo contributo para a implicação dos alunos de 8 e 9 anos de idade quer para a formação inicial ou contínua de professores, assim como para o envolvimento da comunidade escolar e da comunidade social. Todas as investigações apontadas se inscrevem em estudos conducentes à obtenção do grau académico de Mestrado na Universidade de Aveiro/Portugal. O quarto estudo referido, cuja relevância advém da temática seleccionada, “Preservação da Biodiversidade”, que o ano de 2010 pretende relevar, encontra-se em fase de conclusão.

Após evidenciarmos o quadro teórico, as questões de investigação e objectivos e outros aspectos semelhantes nos quatro estudos, apresentaremos, de cada um, a temática mais incidente, que justifica a sua escolha, uma breve descrição de aspectos relativos ao desenvolvimento e às perspectivas de inovação associadas bem como alguns resultados.

UM MARCO COMUM: CTS E EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

No mundo que se encontra cada vez mais dependente do conhecimento científico e tecnológico produzindo intensas alterações sociais, políticas, económicas e culturais, torna-se premente que o ensino das ciências se norteie pela perspectiva CTS (ou CTSA, relevando o ambiente) contribuindo para a formação de cidadãos mais comprometidos e com a possibilidade de serem responsabilizados pelas ocorrências e alterações, tanto nos equilíbrios como nos desequilíbrios, que a sua actuação individual e colectiva suscite no ambiente.

Uma educação que aborde as questões da ciência e da tecnologia representa uma medida que contribui para uma melhor compreensão da sociedade em que vivemos, permitindo enfrentar as mudanças e as exigências que a caracterizam. Encara-se, assim, o movimento educativo CTS como uma proposta inovadora, dirigida para a educação para a cidadania, e que se destina a melhor compreender a relação existente entre a ciência a tecnologia e a sociedade, tanto no campo da investigação como da inovação (Acevedo, 2004). A partir da segunda metade do século XX que os avanços científicos e tecnológicos se encontram bem presentes na sociedade, na vida quotidiana. Todos os nossos espaços estão repletos de pensamento, produtos e instrumentos científicos e tecnológicos. A relação e o uso que se faz deles podem depender da educação que é proporcionada aos cidadãos.

O ensino das ciências com orientação CTS deve assentar numa mudança que passa pelo abandono dos modelos meramente transmissivos. O professor perderá a posição de "expositor de ciência" passando a desempenhar uma função de "educador em ciência", com a consciência de que esta se relaciona com a tecnologia e a sociedade, preparando os alunos para assumirem um papel mais dinâmico e activo na sociedade (Nave e Paixão, 2004). Torna-se manifesta a importância de um ensino-aprendizagem que assente em questões abertas, que levem os alunos a uma reflexão baseada em problemas do quotidiano, desenvolvendo competências fundamentais do ponto de vista pessoal e social. Tal perspectiva pode contribuir para a alfabetização em ciência e tecnologia, possibilitando aos cidadãos assumir uma cidadania mais activa, conducente à resolução de problemas relacionados com a ciência e a tecnologia, na sociedade e no ambiente (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002).

Esta educação científica de cariz CTS pretende que durante a escolarização e ao longo da vida se adquiram conhecimentos, capacidades e valores indispensáveis para resolver problemas, intervir criticamente, discutir e formular novas questões (Martins, 2002). Ao mesmo tempo, neste registo, promove-se o gosto e o interesse pela ciência e o espírito crítico e contribui-se para aumentar e melhorar a cultura científica dos cidadãos, tornando-os capazes de tomarem decisões melhor fundamentadas em prol de uma sociedade e ambiente de melhor qualidade.

PREOCUPAÇÕES COM O AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Durante as últimas décadas temos assistido a uma evolução científica e tecnológica em prol do bem-estar da sociedade. Contudo, este desenvolvimento tem vindo a mostrar-se, não poucas vezes, ofensivo para o ambiente. O mundo evidencia, claramente, uma necessidade de alerta máximo face à agressividade infligida, carecendo de medidas urgentes para resolver os problemas. Como referia Pereira (2002) torna-se imperativa a tomada de consciência colectiva de que o desenvolvimento e o aumento de bem-estar que todos sempre procuramos não podem comprometer o futuro. São diversos os problemas de índole ambiental que o planeta enfrenta, salientando-se a contaminação e degradação dos ecossistemas, o esgotamento de recursos, o crescimento da população nalguns continentes, a perda da diversidade biológica e cultural, entre outros. É o estado de "autêntica emergência planetária", porquanto os indivíduos olham para o imediato hipotecando o futuro das gerações vindouras, para o qual muitos não se cansam de alertar.

A partir da segunda metade do século XX começaram a perceber-se os efeitos da degradação ambiental como fenómeno planetário, surgindo os primeiros estudos e reacções no sentido de serem tomadas medidas para minimizar os danos. A 22 de Abril de 1970 foi pela primeira vez celebrado, nos EUA, o Dia da Terra a par do primeiro protesto contra a poluição, criando oportunidade para reflexão sobre os problemas ambientais. Perante a enorme inquietude do foro ambiental, emergiram diversos movimentos ecológicos, procurando alertar para as catástrofes ecológicas consequentes de um desenvolvimento desestruturado que anunciava fazer-se sentir à escala mundial. A partir de então, não mais cessaram as preocupações e o surgimento de acções e apelos à Educação Ambiental, no sentido de uma abordagem global sustentada, implicando toda a comunidade, alunos, pais, professores, cidadãos,

conscientes da eficácia da educação para agir em abono de um mundo melhor. As questões ambientais também não mais deixaram de estar de forma bem vincada nas agendas políticas nacionais e internacionais. No momento em que estamos a escrever este artigo acabou de encerrar a Cimeira de Copenhaga, na Dinamarca (Dezembro de 2009), sem um efectivo acordo e de cujos desenvolvimentos não se augura que os interesses económicos se verguem aos gritos do Planeta em agonia.

Perante a situação que há muito já não passa despercebida, Pastor e Prieto (1996) entendem que a educação ambiental deve tornar-se permanente e aberta a todos os cidadãos de todos os níveis de educação, devendo assumir um “papel esencial en la prevención y la solución de los problemas del medio ambiente y en el logro del desarrollo sostenible”. No mesmo sentido se orienta o artigo de España e Prieto (2009). A educação para a sustentabilidade é considerada o objectivo principal na formação dos cidadãos, requerendo para tal um conjunto de acções educativas que mudem os hábitos e as concepções dos indivíduos, para se alcançar uma sociedade sustentável (Gil e Vilches, 2006; 2008). Na realidade, a educação científica e a educação para a sustentabilidade para alunos do primeiro ciclo da educação básica (primária) deve permitir o despertar para a consciência ecológica por meio da aquisição de hábitos de procedimentos sustentáveis, garantindo o desenvolvimento de competências necessárias.

METODOLOGIA DAS INVESTIGAÇÕES

As investigações a que aqui nos referimos centraram-se num enfoque metodológico de carácter qualitativo, orientado para a actuação sobre a realidade, implicando análise e interpretação de diferentes aspectos. Os resultados obtidos são válidos apenas para os sujeitos implicados nos estudos, podendo ser outros, com outros indivíduos ou noutros ambientes sociais ou temporais; contudo, são possíveis transposições, tendo em conta as diferenças de contexto.

Os desenhos metodológicos foram, intencionalmente, semelhantes, sempre estruturados num conjunto de fases complementares. Numa fase prévia, embora com variações contextuais, foi feita uma análise dos documentos oficiais portugueses orientadores da prática de ensino, com incidência no Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB), no sentido de encontrar convergências com os quadros teóricos da orientação CTS. Foram definidas categorias de análise e respectivas sub-categorias, como a explicitação das competências gerais e específicas, da referência à alfabetização científica, da perspectiva de ensino-aprendizagem, do papel do professor e do aluno e da abordagem do tema ambiental seleccionado em cada estudo. O conjunto dos vários estudos complementa-se para se obter uma visão globalizante sobre os documentos oficiais e sobre as competências dos professores, adquiridas na formação inicial ou contínua, para a sua interpretação didáctica e transposição para o ensino.

Outra fase idêntica, em três dos estudos, assentou na análise de concepções dos professores implicados sobre as práticas de ensino, conduzida através de inquérito por entrevista. No estudo “O tema da mobilidade sustentável em práticas de ensino CTS” (Centeno, 2007), foi dirigido a professores em formação inicial; através de entrevistas foi analisada a formação recebida para a leitura do CNEB e para o desenvolvimento de

práticas com referência à sustentabilidade ambiental. Nos estudos “Educação para o uso sustentável da água na perspectiva CTS” (Quina, 2007) e “Educação para a preservação da biodiversidade” (Clemente, s/d), dirigidos para a formação contínua de professores, analisaram-se as respectivas concepções sobre o CNEB e sobre as práticas de ensino.

As questões orientadoras das investigações conduzidas, podem sintetizar-se no seguinte conjunto:

1. Que referências são dadas no CNEB para uma abordagem de questões-problema nas áreas de estudo do meio e ciências físicas e naturais, no que concerne a questões relacionadas com a temática seleccionada? (Centeno, 2007; Clemente, s/d)
2. Será que os professores/futuros professores no final da sua formação inicial, se encontram sensibilizados para as questões da sustentabilidade ambiental e para a temática seleccionada e a abordam na sua prática pedagógica? (Centeno, 2007; Quina, 2007; Clemente, s/d)
3. Podemos planificar uma proposta didáctica de orientação CTS, subordinada ao tema seleccionado com impacto nas concepções e práticas dos professores/futuros professores de 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB)? (Centeno, 2007; Quina, 2007; Marques, 2009; Clemente, s/d)
4. De que modo o confronto dos professores/futuros professores com a proposta didáctica tem impacto nas suas concepções e intenções de práticas? (Centeno, 2007; Quina, 2007; Marques, 2009; Clemente, s/d)

Em articulação com as respectivas questões, foram traçados como objectivos:

1. Analisar criticamente o CNEB numa perspectiva de Educação em Ciências, dando especial ênfase às questões da Ciência e da Tecnologia, em relação com a Sociedade e com o Ambiente e as concepções e práticas de ensino sobre o Desenvolvimento Sustentável e a temática seleccionada, dos Professores do 1º CEB.
2. Identificar os saberes prévios e sugestões dos alunos sobre a temática da fome no mundo, nomeadamente no que diz respeito às regiões do mundo em que há mais fome e às possíveis medidas a adoptar para fazer face a esse flagelo (apenas em Marques, 2009).
3. Desenhar, organizar, validar e implementar uma proposta de ensino e respectivos recursos didácticos de suporte para a temática.
4. Confrontar professores do 1ºCEB com a proposta didáctica subordinada ao tema escolhido, avaliando a pertinência da proposta e o seu impacto na alteração das concepções e das intenções dos professores/futuros professores participantes.

Todos os estudos implicaram uma fase de desenho de uma proposta didáctica inovadora centrada na sustentabilidade ambiental. Esta fase implicou a organização de guiões didácticos, a preparação dos recursos necessários e a sua validação por juízes,

compreendendo investigadores em didáctica das ciências e professores implicados na formação inicial, e por alunos e professores envolvidos.

As actividades que compõem as propostas de ensino apresentam uma estrutura comum: enquadramento curricular, as tarefas e o conjunto de materiais a utilizar pelo aluno para exploração do tema (fichas de informação, fichas de trabalho, textos, planos de pesquisa, fichas de registo, descrição de actividades práticas e experimentais, artigos para leitura, mapas de conceitos e cartazes de conceitos) e notas para o professor, que englobam a forma de exploração didáctica nos diferentes momentos. Sugerem-se tarefas de trabalho cooperativo, individual, de utilização de TIC e situações diversas que implicam comunicação e intervenção no meio próximo. As propostas assumem carácter de projectos investigativos e interdisciplinares que podem ser desenvolvidos ao longo de um ano lectivo, abrangendo não só o espaço da aula ou de escola, mas inscrevendo-se num espaço físico e social alargado, desenvolvendo em simultâneo competências em variadas áreas específicas e princípios e valores promovendo a tomada de consciência ecológica e a intervenção cívica de forma responsável, solidária e crítica.

Quanto ao estudo de Marques (2009), este iniciou-se com o levantamento das concepções dos alunos relativamente à temática da "fome no mundo" e sugestões sobre formas de a ultrapassar.

No que se refere ao estudo "preservação da biodiversidade" (Clemente, s/d), foi desenvolvido com professores em formação contínua, a frequentar o Programa Nacional de Formação para o Ensino Experimental das Ciências.

A fase respeitante à aplicação da proposta desenhada, em cada um dos estudos, dirigiu-se para uma avaliação do impacto das propostas desenvolvidas e tal como foram aplicadas, feita através de questionários e/ou entrevistas aos participantes, professores, alunos e futuros professores. No âmbito de cada um dos estudos "mobilidade sustentável", "uso da água" e "preservação da biodiversidade", foi organizada uma oficina de formação de professores, o primeiro para a formação inicial e os segundo e terceiro para a formação contínua.

OS QUATRO ESTUDOS

(i) A mobilidade sustentável em práticas de ensino CTS

Os impactos ambientais negativos provocados pela actividade dos transportes são de diversa ordem, colocando em causa o bem-estar social e ambiental que nos rodeia. Destacam-se os efeitos do uso e abuso dos transportes rodoviários, os seus efeitos nefastos de poluição causados pelo uso de combustíveis fósseis, constituindo uma inquietação científica e tecnológica da sociedade.

Em poucas gerações, assistiu-se a profundas modificações nas sociedades ocidentais face à rápida e desequilibrada evolução dos transportes, havendo, actualmente, um incremento anual de automóveis de cerca de três milhões. Castanheira e Gouveia (2004), referem que o carro privado é responsável, hoje em dia, por cerca de 40% do consumo energético da União Europeia. A utilização desenfreada dos recursos energéticos não renováveis (combustíveis fósseis) conduz não só ao seu esgotamento,

como também acarreta desequilíbrios ambientais traduzindo-se em implicações a nível planetário. Os impactos negativos são de diversa ordem, destacando a poluição sonora e atmosférica, a destruição de habitats naturais, o efeito barreira causado pelas infra-estruturas, a exploração dos recursos fósseis até à exaustão, a indisponibilidade de ocupação dos solos para outros fins. Salienta-se a poluição que contribui para o efeito de estufa, as chuvas ácidas e alterações na saúde humana. Os gases emitidos pelos automóveis são a maior fonte de poluição das cidades, causando graves efeitos, a nível de problemas perigosos, pelo facto de as partículas mais finas se alojarem nos pulmões, podendo conduzir ao aparecimento de cancro, ao mesmo tempo que outras partículas de maiores dimensões podem potenciar o aparecimento de rinites, asma e alergias, que são cada vez mais frequentes e desde mais cedo.

Deste modo, é urgente ponderar alternativas, procurando investir em recursos renováveis, criando alternativas de modo a garantir a mobilidade sustentável. Este é um desafio da ciência e tecnologia em prol da emergência ecológica e do bem-estar da sociedade, no sentido de se alcançar um desenvolvimento sustentável.

Foi, assim, na convicção de que a educação para a mudança de atitudes é o melhor investimento, que se seleccionou, face a inúmeras temáticas relativas à sustentabilidade ambiental, o tema da mobilidade sustentável.

A investigação desenvolveu-se no sentido de dar resposta às questões orientadoras já referidas. Foram envolvidos sete alunos futuros professores que aceitaram ser entrevistados, cinco juizes de validação da proposta didáctica, cinco professores experientes que se implicaram no desenvolvimento e contributos para a validação da proposta, em sala de aula, com 31 alunos de 3º ano de escolaridade.

O projecto implementado considerou a articulação entre o seguinte conjunto de actividades orientadas pelas seguintes questões-problema: O que é a poluição atmosférica? Quem contribui para a poluição atmosférica? Quais os efeitos da poluição atmosférica provocada pelos veículos rodoviários? O ar da minha terra está muito poluído? O que é feito na minha cidade para contribuir para a mobilidade sustentável? Como substituir os recursos fósseis nos automóveis? Que destino se pode dar aos óleos usados? Como se produz biodiesel?

Em relação a resultados, o nível de satisfação dos alunos envolvidos na proposta didáctica, manifestado num questionário passado algum tempo depois de terminado o projecto, foi muito elevado, sendo que numa escala de três níveis de satisfação, 28 dos 31, apontaram que gostaram *muito*, três gostaram *mais ou menos* e nenhum deles apontou que gostou *pouco*. As respostas evidenciaram que os alunos fizeram, globalmente, referência a todas as actividades desenvolvidas ao longo do projecto. Um aspecto de grande relevância para o estudo foi a facilidade com que os alunos se referiram à intenção de alterar atitudes do seu quotidiano, como "vou dizer em casa para se porem sempre os óleos de fritar no garrafão para reciclar" ou "vou reciclar o óleo porque é importante para o planeta Terra. Não posso deixar que as pessoas deem coisas que podem reciclar no esgoto que vai para o mar".... No final todos os alunos salientaram que não podem ajudar a melhorar o ambiente sozinhos e obtiveram-se respostas como: "pode começar por mim mas tem que passar por todos. Desde as câmaras municipais até às escolas, passando por toda a população" ou "Eu

acho que para melhorar o ambiente é preciso toda a gente colaborar porque o ar é de toda a gente, por isso é preciso ajudarmos o ambiente”.

No que respeita à oficina de formação desenvolvida para sensibilização de um grupo de seis futuros professores, considerando os mesmos parâmetros que os professores experientes, avaliaram-nos, maioritariamente, de *muito bom* e, a alguns, de *bom*; não houve apreciação de nenhum item nos três níveis inferiores. Quanto a opiniões manifestadas sobre a utilidade da oficina para as práticas futuras, referiram que “alargou-me os horizontes no modo como explorar actividades e temas CTS”; “permitiu-me pensar e repensar sobre formas de consciencializar os alunos e toda a comunidade para questões relacionadas com CTSA, possibilitando aprendizagens significativas”, “apresenta-se adequado às crianças do 3º ano, há necessidade de abordar e explorar este e outros temas actuais” ou, ainda, “este projecto é um bom exemplo de como pode ser proveitoso explorar este tema em sala de aula”. Se o tema da mobilidade era pouco familiar, no ensino básico, os professores implicados reconheceram-no, então, como um tema de muita actualidade e de grande impacto.

(ii) Educação para o uso sustentável da água

A população mundial cresce de uma forma assombrosa e apercebemo-nos que somos demasiados para a capacidade do planeta que habitamos. Segundo o relatório elaborado pelo Departamento dos Assuntos Económicos e Sociais da ONU, 1,3 milhões de seres humanos estão privados do acesso à água potável e prevê-se que em 2050, 2,5 milhões sejam afectados por este problema. Já em 2002, cerca de um sexto da população mundial carecia de acesso a água potável e praticamente 40% dos habitantes do planeta não tinha acesso a saneamento adequado. Cerca de 6000 crianças morriam diariamente devido a doenças ligadas à água insalubre e a um saneamento e higiene deficientes. A água insalubre e o saneamento causavam 80% das doenças no mundo em desenvolvimento. Uma descarga de um autoclismo num país ocidental utiliza o mesmo volume de água que um habitante do mundo em desenvolvimento consome, em média, num dia inteiro para a sua higiene, para beber, para limpeza e para cozinhar. O Médio Oriente, o Norte de África e o Sul da Ásia sofrem de escassez crónica de água. Nos países em desenvolvimento, 90% das descargas de água residuais não são precedidas do tratamento dessas águas.

O planeta enfrenta, pois, uma grave crise da água, essencialmente causada pela utilização de métodos inadequados associados a comportamentos individuais e colectivos orientados para a satisfação de necessidades particulares e a curto prazo, sem preocupação com as consequências para as gerações futuras. Em Dezembro de 2003, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o período de 2005 a 2015 como a década internacional para a Acção “Água Fonte de Vida”. Esta década vem reforçar a urgência da comunidade internacional revitalizar o compromisso político e a participação pública nesta campanha, a nível global.

Para alcançar os objectivos definidos, além de recursos monetários muito significativos, é necessária uma acção concertada, não só dos governos mas também das pessoas que utilizam a água. Algumas das medidas a tomar passam por alterar os comportamentos nos domínios da utilização da água, do saneamento e da higiene; mobilizar as energias e a participação das comunidades; definir metas e planos

nacionais, a fim de gerar investimentos, introduzir políticas e quadros regulamentares relativos à gestão dos recursos hídricos que tomem em consideração as necessidades tanto na esfera da saúde pública como na dos ecossistemas. Contudo, este problema não se faz sentir somente à escala global mas também a nível local, e tende a agravar-se caso não sejam tomadas medidas a curto prazo. Compreende-se que é fundamentada, mas impulsionadora, a preocupação da UNESCO (UNESCO e ICSU, 1999) e que esta defenda, acerca do tema Ciência, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, que algumas das áreas que requerem maior atenção incluam a da água potável e do ciclo hidrológico e que uma educação centrada nessa problemática se insira o mais cedo possível na vida das crianças de modo a despertá-las, com empenho e entusiasmo, para serem cidadãos responsáveis defensores de uma Terra habitável.

Do que expusemos, se evidencia a relevância do tema escolhido para o estudo: "Educação para o uso sustentável da água" recorrendo à Ria de Aveiro, que faz parte do contexto próximo dos professores e alunos implicados no estudo. A Ria de Aveiro é uma das zonas húmidas mais importantes de Portugal.

Considerando as questões orientadoras já apontadas, o estudo desenvolveu-se em três fases articuladas entre si. Na primeira procedeu-se à análise das concepções de professores de 1ºCEB acerca das orientações do CNEB e das suas próprias práticas. Nove professores foram entrevistados, com o objectivo de conhecer e compreender aspectos específicos relativamente às suas concepções, tendo-se estabelecido como categorias: tratamento do tema "água" nas suas práticas; actividades desenvolvidas, recursos utilizados; justificação da abordagem do tema; leitura das orientações do Currículo Nacional; integração das propostas da investigação em Educação em Ciências; sobre as Orientações CTS.

A proposta didáctica desenhada tinha por base a Ria de Aveiro e a sua zona envolvente, uma realidade próxima das escolas envolvidas no estudo e que pode ser usada por professores, ou na formação inicial ou contínua de professores e, de forma privilegiada, na região de Aveiro. Trata-se de um conjunto de nove actividades que devem ser utilizadas de uma forma global, como um projecto, embora a proposta possa ser completada com outros recursos ou adaptada a outros contextos. Cada uma das nove actividades parte de uma situação ou questão problema: Viagem do futuro para o presente...; Onde existe água em Aveiro? Será que toda a água pode ser utilizada? Será a água importante para os seres vivos? Como circula a água na natureza? O que está escondido na água? Utilizo a água de uma forma sustentável? Como tratar a água? Cada gota conta!

Na terceira fase do estudo, organizou-se uma oficina de formação que teve início no dia mundial da água de 2007 (22 de Março), com 11 professores, sendo cinco deles do grupo de entrevistados na primeira fase do estudo e seis que aderiram ao projecto na fase da realização da oficina. No final responderam a um Questionário com vista a recolher as opiniões dos participantes para avaliar o impacto da proposta na alteração das concepções e das intenções dos participantes sobre a sua prática pedagógica. Foi unânime o apreço pela proposta apresentada, reconhecendo-lhe elevado valor educativo, mas também o reconhecimento da necessidade de maior formação para desenvolver projectos orientados para o desenvolvimento sustentável.

Um dos resultados que merece destaque neste estudo, refere-se ao facto de que as entrevistas inicialmente conduzidas permitiram dar conta que, dos nove professores, apenas um deles evidenciava orientar-se nas suas práticas pedagógicas por perspectivas associadas ao movimento CTS. Tal evidência corroborou a ideia da necessidade de disponibilizar propostas e recursos didáticos validados e de contribuir para a formação de professores em modalidade de grande proximidade entre formador e formandos. Aliás, com base nos dados recolhidos no final da oficina, e em termos quantitativos, numa escala de um a cinco, nos oito *items* que permitiam valorizar a proposta didáctica, da sua inserção nas finalidades do CNEB até à pertinência da temática para o 1ºCEB, foram praticamente todos valorizados com o nível máximo por todos os participantes. Tendo em conta as opiniões e comentários, a proposta foi considerada muito inovadora e apreciada de modo muito positivo, pelos onze participantes. A declaração de uma das professoras sintetiza o sentimento geral: “para além de estar integrada no currículo, aponta para uma perspectiva interdisciplinar, envolvendo não só os alunos mas também as famílias, no sentido de os sensibilizar e responsabilizar para a concretização de uma cidadania mais consciente para os problemas da água e do ambiente e relaciona muito bem aspectos da ciência com aspectos sociais”.

(iii) A Fome no Mundo: uma proposta didáctica

Embora muitos de nós beneficiemos de um nível de vida sem precedentes, muitos outros tentam sobreviver na mais absoluta pobreza. Apesar de os países desenvolvidos irem demonstrando alguma preocupação sobre esta matéria, agudizam-se as disparidades a nível planetário. No nosso mundo interdependente, um futuro construído sobre as bases de uma pobreza atroz no meio da abundância exagerada é “economicamente ineficiente, politicamente insustentável e moralmente indefensável” (PNUD, 2005, p.4). Os países ditos desenvolvidos, localizados globalmente a Norte (América do Norte, Norte da Ásia e Oceânia), são aqueles em que as principais actividades económicas apresentam altos níveis de desenvolvimento tecnológico e as suas populações têm, em geral, elevado nível de vida. Os países em vias de desenvolvimento, Países do Sul, caracterizam-se por fraca industrialização e serviços pouco desenvolvidos, verifica-se um crescimento demográfico mais rápido que a progressão do rendimento nacional e este é repartido muito desigualmente entre as várias camadas da população. A desigual distribuição da riqueza no planeta é um grande problema, se não mesmo o *grande* problema da nossa sociedade no início do milénio, embora a maioria da população dos países ricos não esteja a par da luta diária pela sobrevivência levada a cabo por um largo número de pessoas pobres, por todo o mundo.

Nos países mais pobres a fome obriga muitos seres humanos a lutar diariamente pela sobrevivência, enquanto nos mais ricos a taxa de obesidade aumenta anualmente. De acordo com dados recentes da Organização Mundial de Saúde, o número de indivíduos com excesso de peso já ultrapassou o de pessoas subnutridas. Assim, parte da humanidade morre por causa de enormes carências nutricionais e outra parte por problemas associados a excessos alimentares (CiênciaHoje, 2006; Ferreira 2007).

Quando as pessoas estão saudáveis e bem alimentadas, têm energia e criatividade necessárias para solucionar problemas, criar obras artísticas, contribuir para os avanços científicos e tecnológicos e levar uma vida digna e alegre. Assim sendo, os cidadãos bem alimentados são produtivos, podendo colaborar para a evolução da civilização para níveis mais altos de desenvolvimento (FAO e FMFH Partners, 2007). Pelo contrário, a nutrição deficiente leva a que as pessoas não disponham de energia necessária para trabalhar; os seus corpos tornam-se fracos e a capacidade de resistir às doenças diminui, pois têm muito mais dificuldade em criar defesas para lutar contra as agressões do meio.

Para enfrentar o flagelo da fome e podermos apresentar soluções para o mesmo, é necessário, antes de mais, considerar as suas verdadeiras causas. Enumerando algumas: o injusto sistema de comércio internacional, a escassez de infra-estruturas e investigação agrícola nos países em desenvolvimento, a dívida externa, o aquecimento global, as exigências alimentares nos países ricos que exploram culturas extensivas nos países em desenvolvimento, a má governação nestes países e a pobreza, a ausência de posse da terra trabalhada, os conflitos armados. Contudo, há soluções e elas são conhecidas, como por exemplo, tornar o sistema de comércio internacional mais justo, aumentar a produtividade através de uma agricultura mais sustentável, investir na investigação agrícola e no desenvolvimento de melhores tecnologias e infra-estruturas, aliviar a dívida externa, tratar do aquecimento global, tornar a alimentação do ocidente mais saudável e sustentável, promover uma governação democrática, prover os pobres com acesso seguro à terra, promover a educação, ajuda alimentar em situações de emergência...

Tendo em conta a questão de investigação já referida procuraram atingir-se os objectivos traçados organizando o estudo em fases não isoladas, sendo que na primeira se fez um aprofundamento de aspectos relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico e às orientações actuais para a Educação em Ciências e a fome, procurando respostas para esta questão mundial; na etapa seguinte analisaram-se as opiniões (os saberes prévios e as sugestões) de 74 alunos de 3º e 4º anos de uma escola, relativamente à quantidade relativa de alimentos que julgam disponíveis para a população das várias regiões do mundo, por um lado, e às acções que poderão ser promovidas para que todas as pessoas no mundo tenham alimentos suficientes, por outro.

Na etapa seguinte desenhou-se uma proposta didáctica respondendo às directrizes do CNEB e prepararam-se os recursos necessários, seguindo-se a sua implementação numa turma de 4º ano de escolaridade. A proposta revestiu a forma de um Projecto designado "O fim da fome no mundo: vamos alimentar este objectivo!". Ao longo da implementação foram-se colhendo registos relativamente à opinião de professores e alunos sobre o entusiasmo e o interesse do Projecto. A proposta didáctica, implementada e validada, é composta por onze actividades: Qual a importância da alimentação? Como podemos agrupar os diferentes alimentos? Vamos conhecer melhor um importante alimento da Roda – o pão! O que será que comem as crianças de outros países? Será que no mundo se produzem alimentos suficientes para toda a população? O que é a fome e quantos a sofrem? Quem são os que passam fome? Quem ajuda as pessoas que passam fome em Portugal? Quais as causas da fome? E

quais as possíveis soluções? Soluções sugeridas por alguns... mas bastante polémicas para outros! O que tem sido feito (e o que podemos nós fazer) para acabar com a fome?

Relativamente aos saberes revelados pelos alunos, praticamente todos consideraram que África é o continente com maior escassez de alimentos, em relação à Europa e América do Norte os alunos têm uma ideia correcta, em relação à América do Sul e aos continentes asiático e oceânico, verifica-se um desconhecimento generalizado no que diz respeito às quantidades de alimentos a que a população tem acesso. No que respeita a sugestões "O que pode ser feito para que todas as pessoas no mundo tenham alimentos suficientes", as respostas incidiram no "dar", "partilhar", "não desperdiçar", "construir ou ajudar instituições de ajuda", apesar de alguns referirem iniciativas de presidentes, políticos, países, pessoas mais ricas...

No Questionário, anónimo, preenchido por 20 alunos, sobressai que todos consideraram o tema da fome muito importante e apresentaram justificações e que o que mais gostaram foram as actividades experimentais e os debates; doze alunos afirmaram ter comentado o projecto com as famílias enquanto 10 alunos referiram, de modo explícito, que passaram a ter mais atenção às notícias sobre a fome e sabiam reproduzir o assunto destas.

Quanto à professora mais directamente implicada no desenvolvimento da proposta didáctica, sobressai o seu comentário: "As actividades foram muito apelativas e os alunos tiveram um papel muito activo; Se estes forem, atempadamente, sensibilizados para estas problemáticas, pode ser que, futuramente, o nosso mundo seja mais fraterno e solidário".

(iv) Preservação da Biodiversidade

São alarmantes as taxas de degradação dos habitats e de extinção de espécies, identificadas por ameaças à biodiversidade como as mudanças na utilização dos solos, que fragmentam, degradam e destroem os habitats, e que se devem, principalmente, ao crescimento demográfico e ao aumento do consumo por habitante. Outras pressões sobre o ambiente são a sobre-exploração dos recursos biológicos, a difusão de espécies alóctones invasivas, a poluição dos ambientes naturais, a mundialização que aumenta a pressão devido ao comércio e a má governação, ou seja, a incapacidade de reconhecer o valor económico do capital natural e dos serviços ecossistémicos.

As questões ambientais globais, decorrentes da degradação crescente do meio ambiente e de atitudes não sustentáveis na exploração dos recursos naturais, têm levado a perdas assustadoras de diversidade biológica. O mundo vive uma crise sem precedentes desde a extinção dos dinossauros, há 65 milhões de anos. Foram contabilizadas mais de 15000 espécies animais e 60000 espécies vegetais em risco de extinção (UNESCO, 2005). O ritmo de desaparecimento de plantas e animais é de tal modo rápido que compromete a capacidade de adaptação de todos os seres vivos. O equilíbrio da biosfera garantido pela Biodiversidade encontra-se ameaçado e se a Humanidade continuar a destruir espécies vegetais e animais, ao ritmo actual, o futuro estará seriamente comprometido.

Contudo, nas últimas décadas, tem-se verificado uma preocupação crescente com as questões ambientais que têm um forte impacto na perda da diversidade biológica. A sociedade parece, também, estar mais sensível e atenta na procura de soluções e alternativas e tenta pressionar os governos para que criem políticas com vista à preservação e defesa do Meio Ambiente, orientadas para um desenvolvimento sustentável. Assim, através de directivas comunitárias, de protocolos, conferências e convenções têm sido criados Parques Naturais, Reservas Naturais e Áreas Protegidas com o objectivo de preservar, proteger e contribuir para uma utilização sustentável da diversidade biológica.

Relativamente às políticas internacionais implantadas com vista à tentativa de resolução dos problemas ambientais, nomeadamente às acções desenvolvidas no dia internacional da biodiversidade, faz todo o sentido salientar o facto da Assembleia Geral das Nações Unidas ter aprovado, em Dezembro de 2006, a iniciativa que institui 2010 como Ano Internacional da Biodiversidade.

Apesar de todas as medidas políticas serem importantes, sobretudo quando passam das palavras à acção, a verdade é que a preservação da Biodiversidade não é só da responsabilidade dos governos. As organizações internacionais e não governamentais, o sector privado, as escolas e todas as pessoas têm um papel a desempenhar no que se refere a mudança de mentalidades de modo a acabar com os comportamentos destrutivos.

Como contributo para a preservação da biodiversidade, torna-se fundamental investir na educação para a mudança de valores e de atitudes. Desta forma, considerou-se pertinente, face às inúmeras temáticas no seio da Sustentabilidade Ambiental, a escolha da questão da minimização dos impactos na Biodiversidade como tema para o estudo a desenvolver.

As questões de investigação, atrás apontadas, prendem-se com a importância de construir e validar propostas de ensino (incluindo guiões, recursos didácticos e sua aplicação) que se constituam como mediação na Formação Contínua dos Professores do 1.º CEB no que respeita a uma matéria de importância actual, de cariz ambiental, social, tecnológico e científico.

Os resultados deste estudo estão em fase final de análise, estando prevista a conclusão no início do ano de 2010, ano mundial para a preservação da biodiversidade.

NOTAS FINAIS

A investigação no domínio da educação em ciências deverá propor orientações e desenvolver recursos didácticos de modo a incentivar a inovação nas escolas e na formação de professores. Os estudos conduzidos centraram-se na ideia de que não nos podemos limitar a apresentar os problemas mas que é fundamental apontarmos também medidas para lhes fazer frente, já que ter esperança e expectativas positivas fundamentadas ajuda-nos a vencer o desânimo e a impulsionar a acção (Vilches e Gil, 2003).

O Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB) português apresenta orientações para abordar as problemáticas ambientais. Saiu reforçada, das investigações conduzidas, a convicção de que é possível abordar propostas didácticas e desenvolver projectos concebidos com base numa perspectiva CTS, promovendo nos alunos o desenvolvimento de competências de cidadania activa que os torna conscientes do seu papel na sociedade, em prol de um ambiente melhor. Os professores e os futuros professores mostraram-se muito receptivos relativamente aos projectos que lhes foram apresentados. Embora na sua formação, os futuros professores tivessem analisado o CNEB e tivessem tido oportunidades de planificar propostas didácticas, as oficinas possibilitaram-lhes, em cada situação, o contacto com actividades e recursos inovadores que permitem a abordagem de temas de grande relevo ambiental. É inquestionável a importância de abordar tais assuntos durante a formação inicial para se sentirem, quando professores, incentivados e confiantes para abordar temas com relevância ambiental. De igual modo, também os professores foram confrontados com propostas que desafiaram as suas práticas habituais e sentiram-se motivados para continuarem a implicar-se em projectos de cariz ambiental.

A avaliação das propostas didácticas pelos professores que se implicaram em cada uma delas ou que acompanharam a sua implementação foi, unanimemente, de nível máximo. Apreciaram o interesse, adequabilidade, articulação e clareza das actividades, se eram promotoras de ensino por pesquisa, de resolução de problemas e de uma atitude crítica, os recursos, o interesse e a participação dos alunos, a proposta enquanto promotora de atitudes de responsabilização ambiental e enquanto promotora de uma consciencialização para o tema.

Na senda por um desenvolvimento sustentável na Terra, impõe-se continuarmos a sensibilização dos futuros professores e dos professores para a mudança de atitude face ao ensino das ciências, através do confronto com estas e com novas propostas didácticas inovadoras, enquanto resultados de investigação. Temos vindo a divulgar os estudos, as propostas didácticas e os recursos desenvolvidos e validados para que possam ser usados ou adaptados (Centeno e Paixão, 2007; 2008; 2009; Marques e Paixão, 2009...) e pretendemos continuar. Consideramos ainda a possibilidade de iniciar a dinamização de um sítio na internet, alargado à comunidade que ensina e investiga na educação em ciências, que permita o acesso a informação sobre sustentabilidade ambiental, a trabalhos de investigação completos e a propostas e recursos didácticos sobre estas e outras temáticas pertinentes e prementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista/>
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: ministério da Educação, IIE.
- Castanheira, L., Gouveia, J. (2004). *Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*. Porto: SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação.

- Centeno, C.E. (2007). *O Tema da Mobilidade Sustentável em Práticas de Ensino CTS no 1ºCEB*. Aveiro: Universidade de Aveiro (Dissertação de Mestrado não publicada).
- Centeno, C., Paixão, F. (2008). O tema da mobilidade sustentável – Projecto e recursos didácticos com orientação CTS. In: R.M. Vieira; M.A. Pedrosa; F. Paixão; I. Martins; A. Caamaño; A. Vilches, M.J. Martín-Díaz, *Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável, Actas do V Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências e I Seminário Ibero-americano CTS no Ensino das Ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro, pp: 175-178.
- Centeno, C., Paixão, F. (2009). Contributo para a Educação Ambiental: de um Projecto didáctico para o 1º CEB à Formação de Professores. *XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências*, Castelo Branco: Instituto Politécnico de Castelo Branco, CD-ROM pp. 1132-1137.
- CiênciaHoje (2006). Dois mil especialistas discutem obesidade nos EUA. Consultado em 21 de Novembro de 2009, En línea en: <http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=9358&op=all>.
- Clemente, A. (s/d). *Educação para a Sustentabilidade no 1.º Ciclo do Ensino Básico: Que abordagens são feitas em Sala de Aula?* Estudo em curso com vista à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências no 1º CEB na Universidade de Aveiro.
- España, E., Prieto, T. (2009). Educar para la Sostenibilidad: El contexto de los problemas sócio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 345-354. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista/>
- Ferreira, E. (2007, 16 Outubro). 854milhões em todo o mundo deitam-se com a barriga vazia. Jornal de notícias, p.20.
- FAO (2007). Segurança Alimentar e luta contra a fome. Consultado em 21 de Novembro de 2009, En línea en: <http://www.rlc.fao.org/pr/prioridades/seguridad/alianza.htm>.
- Gil, D., Vilches, A. (2006). Algunos obstáculos e incompreensiones en torno a la sostenibilidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 507-516. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista/>
- Marques, V.M. (2009). *A Fome no Mundo: Uma proposta Didáctica para o 1º CEB*. Aveiro: Universidade de Aveiro. Dissertação de Mestrado não publicada.
- Martins, I.P. (2002). *Educação e Educação em Ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Nave, A., Paixão, F. (2004). Condições de implantação de parques de energias renováveis: para uma proposta didáctica de abordagem CTS. In I. Martins; R. Vieira; Paixão, F. *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- ONU (2007). World Population Prospects: the 2006 revision. Disponível em 19/04/2007. En línea en: <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm>. Consultado em 21 de Novembro de 2009,

- Pastor, I., Prieto, T. (1996). Introducción. En J. Otero. (Coord.) Educación Ambiental: Programa de actividades para la ESO. Madrid: Ediciones Ciencias Sociales.
- Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- PNUD (2005). Annual Report 2005. En: <http://www.undp.org/annualreports/2005/english/>. Consultado em 29 de Novembro de 2009.
- Quina, J.D. (2007). *Educação para o uso sustentável da água na perspectiva CTS*. Aveiro: Universidade de Aveiro. Dissertação de Mestrado não publicada.
- Marques, V.M., Paixão, F. (2009). Conceção, implementação e avaliação de uma proposta didáctica para o 1º CEB sobre a fome no mundo. *Educação e Formação: Ciência, Cultura e Cidadania. Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências*, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco. CD-ROM 410-418.
- Vilches, A., Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible: Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.
- Vilches, A., Gil, D. (2008). La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. *Alambique*, 55, 9-18.
- Vilches, A., Gil, D., Oliva, J.M. (2009). Editorial: En el ecuador de la Década de la Educación por un Futuro Sostenible: ¿Qué estamos haciendo y qué nos proponemos hacer? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 6(3), 315-317. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista/>

RESEARCH AND INNOVATION IN SCIENCE EDUCATION FOR A SUSTAINABLE FUTURE

SUMMARY

At the top of a real situation of planetary emergency, education is the best ally in the global struggle to ensure sustainable development. In order to implement the Decade of the Education for a Sustainable Future, the research in science education and the corresponding innovation in teaching and teacher education, are among of the strongest support, comprehensive and effective. Part of our contribution, presented in this article, was materialized in the development of a set of studies situated in the theoretical framework which sustains STS education and inserts in the ambit of the education for environmental sustainability: transports and mobility, the use of water, the hungry in the world and biodiversity preservation. The wager has been directed to the primary education, by the design of pedagogical proposals, validated by experts as well as in classroom, and used in the teaching and as tools for pre-service and in-service teacher education.

Key Words: *Decade of the Education for a Sustainable Future; science education; pedagogical innovation; primary education.*