

METAS DE DESENVOLVIMENTO DO MILÉNIO E COMPETÊNCIAS – ENERGIA E RECURSOS ENERGÉTICOS EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA TODOS

PEDROSA, M^a Arminda

Unidade de I&D n°70/94 Química-Física Molecular/FCT, MCT; Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra (FCTUC); apedrosa@ci.uc.pt

Resumo

Uma das oito *Metas de Desenvolvimento do Milénio* visa o acesso universal à educação básica, de modo a assegurar-se que, em 2015, todas as crianças acedam a um ciclo de ensino completo. O programa PISA centra-se na avaliação das competências dos alunos de 15 anos em leitura, matemática e ciências, avaliados conjuntamente em cada fase, embora predomine uma área por cada ano do ciclo de avaliação. Iniciou-se em 2000 com leitura como área dominante, seguiu-se a literacia matemática, em 2003, e a literacia científica, em 2006, completando-se, assim, o primeiro ciclo de avaliação. Prevê-se que de 2009 a 2015 se desenvolva um novo ciclo. Na União Europeia tem vindo a enfatizar-se a necessidade de todos os cidadãos desenvolverem competências para aprenderem ao longo da vida, defendendo-se que, no termo dos percursos de educação e de formação iniciais, os jovens dominem as competências-chave que os habilitem para a vida adulta. Para os adultos, preconiza-se que desenvolvam e actualizem estas competências ao longo de toda a sua vida. É clara a harmonização de discursos referentes a competências. Dado o enfoque relativamente recente em competências-chave e a complexidade inerente ao seu desenvolvimento, à perceptível homogeneidade nas retóricas corresponderá uma diversidade de práticas educativas quotidianas e de processos de avaliação reclamando reflexão. Com base em documentos pertinentes, designadamente relatórios de organizações internacionais e de trabalhos de investigação, apresentam-se reflexões centradas numa perspectiva inclusiva de educação para todos, discutem-se mudanças necessárias nas relações de professores e alunos entre si e, recorrendo a aspectos pertinentes e actuais de recursos energéticos e de concepções alternativas referentes a energia, apontam-se mudanças conceptuais que se repercutam nas suas relações (e dos cidadãos, em geral) com o mundo exterior à escola e se afiguram necessárias para enfrentar os desafios que actualmente se colocam aos cidadãos.

Abstract

One of the eight *Millennium Development Goals* aims at universal access to basic education to ensure that, in 2015, all children may have access to a complete teaching cycle. The PISA programme is focussed on assessing competencies of 15 year-old pupils in reading, mathematics and science, assessed together in each phase, though one of these areas predominates in each assessment cycle. It began in 2000 when reading literacy was dominant, followed by mathematics literacy, in 2003, and scientific literacy, in 2006, thus completing the first assessment cycle. Another cycle will take place from 2009 to 2015. In the European Union it has been emphasised that all citizens need to develop competencies to learn throughout their lives. It is asserted that when youngsters finish pre-service education and training must be in command of key competencies that enable them to lead an adult life. It is proclaimed that adults should develop and update these competencies throughout their lives. Discourses on competencies appear clearly harmonised. Given the relatively new focus on key competencies and the complexity inherent to their development, the perceived homogeneity in rhetoric is likely to correspond to diverse daily educational practices and assessment processes that call for reflection. Based on pertinent documents, namely international organizations' and research reports, reflections focussed on an inclusive

perspective of education for all are presented and changes required in teacher-pupils' relationships are discussed. Taking into account pertinent and up-to-date aspects concerning energy resources, conceptual changes are pointed out that may reverberate on pupils' relationships (and citizens', in general) with the outside world and are required for citizens to respond to present day challenges.

Introdução

A *Declaração do Milénio* e as *Metas de Desenvolvimento do Milénio* (MDM), adoptadas pelos Estados-membros das Nações Unidas, em 2000, constituem uma referência essencial para o desenvolvimento – “se han convertido en un marco de trabajo universal para el desarrollo” (NU, 2007, p.3). As oito MDM interrelacionam-se entre si. No presente texto destacam-se as que visam erradicar a pobreza extrema e a fome, assegurar o acesso universal ao ensino básico e promover a sustentabilidade ambiental. Segundo deliberações das Nações Unidas, pretende-se, designadamente, que todas as crianças, até 2015, possam aceder a um ciclo educativo completo e incorporar os princípios de desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais, de modo a travar e inverter a depleção de recursos – requisito essencial para promover a sustentabilidade ambiental. Apesar de alguns progressos, relativamente à pobreza e fome a nível global, constatam-se grandes desigualdades na distribuição dos benefícios do crescimento económico, intra e inter países, em particular nos menos desenvolvidos – “tanto dentro de un mismo país, como entre los distintos países [...] las desigualdades más evidentes siguen registrándose en América Latina y el Caribe y en el África subsahariana, donde el 20% de la población más pobre representa únicamente un 3 por ciento del consumo nacional (o de los ingresos).” (NU, 2007, p.8).

Quanto ao acesso universal ao ensino básico, a taxa líquida de matrículas neste nível de ensino nas regiões em desenvolvimento aumentou de 80%, em 1990/1991, para 88%, em 2004/2005. Porém, o número de crianças em idade escolar que não frequenta a escola continua inaceitavelmente elevado (cerca de 72 milhões em 2005) e subestimado, já que não se dispõe de dados oficiais relativamente a países em guerra e em fase de superação de guerras. Acresce que, tanto para as crianças oriundas das famílias mais pobres como para as que vivem em zonas rurais, a probabilidade de abandono escolar é maior: “casi un tercio de los niños en edad de estudiar primaria en las zonas rurales de países en desarrollo no van a la escuela, en comparación con el 18 por ciento de niños del mismo grupo de edad que vive en las ciudades” (NU, p.11). Por outro lado, crianças oriundas das famílias mais pobres, frequentemente, matriculam-se com idade superior à oficial, o que, além de indiciar dificuldades das famílias e representar um desafio para os sistemas educativos, pode associar-se a problemas de aprendizagem e reduzir as possibilidades de aceder a um nível educativo mais elevado. Atente-se que é necessário garantir o ingresso e a permanência na escola para proporcionar acesso efectivo a conhecimento socialmente relevante, embora não seja suficiente, designadamente devido a limitações nas aprendizagens necessárias e/ou validadas, traduzidas em fracasso escolar, o qual, concentrando-se “nas classes populares, que ocupam as periferias do sistema” (Esteban, 2008, p.6), pode conduzir ao abandono precoce, criando sérios obstáculos à inclusão social e contribuindo para manter elevados índices de pobreza. Associar simples e linearmente uma escolarização mais elevada a emprego profissional, realização pessoal e inclusão social desvirtua e mistifica a própria ideia de inclusão social - ofusca os múltiplos sentidos que esta “pode adquirir em função dos diferentes contextos em que se realiza o papel desagregador e excludente da concentração de renda, da redução de postos de trabalho e da precarização do trabalho nas diferentes instâncias” (Esteban, 2008, p.14).

No que se refere à MDM relativa a sustentabilidade ambiental, de acordo com o penúltimo relatório das Nações Unidas (NU, 2007), destaca-se, pela positiva e no seguimento do

Protocolo de Montreal, a redução drástica de emissões de substâncias que provocam a depleção da camada de ozono, embora persistam ainda problemas (e.g., a produção e comercialização ilegal de quantidades apreciáveis de CFCs) e a recuperação desta “camada” protectora demore ainda mais algum tempo, com conseqüentes repercussões negativas na saúde humana e ambiental. Já no que se refere a gases com efeito de estufa (GEE), as emissões continuam a aumentar, apesar de progressos tecnológicos reconhecidos no âmbito de energia: “El aumento de las emisiones de gas invernadero sigue adelantando a los avances en las tecnologías de energía sostenible” (NU, 2007, p.25). De facto, como o consumo global de energia continua a aumentar, os progressos conseguidos no desenvolvimento e utilização de fontes de energia renováveis são insuficientes para reduzir a parcela relativa à utilização de combustíveis fósseis – principal fonte de emissões de dióxido de carbono –, de que resulta o principal contributo para as alterações climáticas actuais. “Durante algún tiempo, es probable que sigamos confiando en los combustibles fósiles. Se necesita una acción internacional más firme para acelerar la transición hacia unas fuentes de energía más limpias y eficientes.” (NU, 2007, p.25). Acrescem problemas relativos ao rápido aumento da população e expansão das cidades, o que agravará os problemas que actualmente caracterizam os subúrbios destes aglomerados populacionais, designadamente os que se relacionam com carências relativas a habitação propriamente dita, saneamento básico e fornecimento de água. Refira-se, ainda, que continua a verificar-se a desflorestação e a diminuição da biodiversidade e que a consecução do objectivo de, até 2015, reduzir para metade a percentagem de pessoas que não têm acesso sustentável a água potável e ao saneamento básico, parece, à escala global, cada vez mais distante. Efectivamente, prevêem-se agravamentos na escassez de água doce, assimetricamente distribuídos pelas diversas regiões do mundo, em consequência do aumento do efeito de estufa. Para a África, por exemplo, os modelos climáticos prevêem menos chuva, com conseqüente redução do rendimento agrícola. Ora, a diminuição de alimentos, materiais para refúgio e água, em particular neste continente, actualmente já tão rico em problemas, poderia tornar-se catastrófica (NU, 2007).

No texto que se segue, na secção *Competências numa Perspectiva Inclusiva de Educação – Definições no Programa PISA e na União Europeia*, apresentam-se características de competências adoptadas tanto no programa PISA, vinculadas a concepções de literacia de alunos, de cerca de 15 anos, e na UE, veiculadas no quadro de referência europeu para as competências básicas. Salienta-se que, por serem necessárias para compreender problemas das sociedades contemporâneas, particularmente nas suas dimensões científico-tecnológicas e numa perspectiva de cidadania activa, as competências básicas devem estar efectivamente ao alcance de todos os cidadãos. Em *Competências Científico-Tecnológicas numa Perspectiva Inclusiva de Educação*, referem-se aspectos específicos de competências científicas, científico-tecnológicas e de aprender a aprender, bem como dos seus reflexos nas retóricas educativas, em particular nas relativas à escolaridade obrigatória, em Portugal e em Espanha. Identificam-se eventuais barreiras à concretização das inovações educativas preconizadas e defende-se a necessidade de planificar e implementar estratégias de ensino e de aprendizagem de ciências que tenham em conta múltiplos objectivos, designadamente os de política energética pertinentes e de prevenção de impactos negativos da utilização de recursos energéticos na saúde humana e ambiental. Em *Energia, Recursos Energéticos e Concepções Alternativas em Educação Científica*, revê-se literatura relevante para justificar a inclusão destas temáticas em educação científica para todos, relacionar ideias centrais normalmente abordadas neste âmbito e enfatizar alguns aspectos de discursos comuns em contextos não escolares (e.g., degradação de energia), aparentemente necessários para os tornar compreensíveis e estimular comportamentos consonantes com justificadas preocupações que caracterizam a actualidade. Discutem-se estes aspectos e, com base em literatura pertinente referente a concepções alternativas específicas, salientam-se aspectos específicos e

problemáticos de linguagem e apontam-se orientações plausivelmente frutuosas. Finalmente, em *Conclusões e Implicações* identificam-se mudanças necessárias nas relações de professores e alunos entre si, particularmente mudanças conceptuais que se repercutam nas suas relações (e dos cidadãos, em geral) com o mundo exterior à escola e se afiguram urgentes para que a sociedade, em geral, enfrente os desafios que os problemas actuais colocam, designadamente tomando a sério as MDM nas políticas e práticas quotidianas.

Competências numa Perspectiva Inclusiva de Educação – Definições no Programa PISA e na União Europeia

No programa PISA pretende analisar-se “el grado de preparación de los jóvenes para la vida adulta” (OCDE, 2006, p.12), avaliando os seus conhecimentos e competências quando terminam a escolarização básica. Não se pretende uma avaliação em função do ensino e aprendizagens de um conjunto de conhecimentos, mas sim em função dos objectivos subjacentes aos sistemas educativos nas sociedades contemporâneas, o que se justifica pela necessidade de os sistemas educativos se centrarem em desafios actuais: “Esta forma de enfocar el rendimiento educativo se hace necesaria si se desea fomentar que los centros de enseñanza y los sistemas educativos se centren en los retos que plantea la sociedad contemporánea” (OCDE, 2006, p.12). Assim, as definições de competências nas três áreas deste programa de avaliação enfatizam conhecimentos e capacidades funcionais que possibilitam a participação activa na sociedade, incluindo processos de tomada de decisões, pelo que, as provas, incluíram também tarefas que requeriam reflexão e avaliação de determinados materiais pelos alunos. Competência científica, especificamente, engloba a compreensão das características da ciência, entendida como uma forma de conhecimento e investigação humanas, a percepção do modo como a ciência e a tecnologia conformam o ambiente material, intelectual e cultural, e a disposição para, como um cidadão reflexivo, se envolver em assuntos relacionados com as ciências. Competência científica refere-se aos conhecimentos científicos de cada um e à sua utilização para identificar problemas, adquirir novos conhecimentos, explicar fenómenos e extrair conclusões baseadas em evidências: “Hace referencia a los conocimientos científicos de un individuo y al uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia” (OCDE, 2006, p.13).

No âmbito da União Europeia (UE), no final de 2006, publicou-se, no Jornal Oficial da UE, o documento “RECOMMENDATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on key competences for lifelong learning”, o qual visa constituir um instrumento de referência para diversos actores sociais (decisores políticos, prestadores de educação, empregadores e aprendizes) e apoiar os esforços, a nível nacional e da UE, para assegurar que o acesso às competências básicas está efectivamente ao alcance de todos, incluindo as pessoas com necessidades especiais e as que abandonaram precocemente a escola. Neste documento (OJEU, 2006) reiteram-se objectivos expressos na Estratégia de Lisboa, em 2000, e subsequentemente reafirmados, identificam-se as competências básicas e defende-se a necessidade de estas se integrarem melhor nos currículos, serem aprendidas ao longo da vida e validadas para favorecer o prosseguimento de estudos, nomeadamente para as adquirir ou actualizar, bem como a empregabilidade. Define-se “competência” como uma combinação de conhecimentos, aptidões e atitudes adequados a uma dada situação e considera-se que as “competências-chave” são as que apoiam a realização pessoal, a inclusão social, a cidadania activa e o emprego. Reconhecem-se problemas no âmbito de “competências-chave” e referem-se estudos internacionais reveladores de carências em literacia, em diversos países, e relatórios que indicam progressos insuficientes em níveis de referência europeus relativos à literacia em contexto de leitura, ao abandono escolar precoce, à taxa de conclusão do ensino

secundário e à participação dos adultos na aprendizagem ao longo da vida – aspectos intimamente relacionados com a definição das competências-chave.

No referido documento (OJEU, 2006), explicitam-se também aspectos importantes, subjacentes às competências-chave e recorrentes ao longo do quadro de referência, nomeadamente, pensamento crítico, criatividade, espírito de iniciativa, resolução de problemas, avaliação de riscos, tomada de decisões e gestão construtiva de sentimentos. Apresenta-se a definição adoptada e os conhecimentos, aptidões e atitudes essenciais que correspondem a cada uma das oito competências-chave – comunicação na língua materna, comunicação em línguas estrangeiras, competência matemática e competências básicas em ciências e tecnologia, competência digital, aprender a aprender, competências interpessoais, interculturais e sociais e competência cívica, espírito empresarial e expressão cultural. Considera-se que a competência científica se centra no mundo natural e se refere à capacidade, e vontade, de utilizar conhecimentos e metodologias próprios para o explicar, identificar questões e retirar conclusões fundamentadas, enquanto a tecnológica se refere à aplicação de conhecimentos e metodologias científicas para responder a desejos e necessidades humanas. Salienta-se que competência científico-tecnológica implica também uma compreensão das mudanças causadas pela actividade humana e da responsabilidade de cada um enquanto cidadão individual. Defende-se, designadamente, a consciencialização dos indivíduos sobre avanços, limitações e riscos das teorias e aplicações científico-tecnológicas nas sociedades, em geral. Considera-se que a competência científico-tecnológica inclui atitudes de apreciação crítica e de curiosidade, interesse por questões éticas e respeito por segurança e sustentabilidade, particularmente no que se refere ao progresso científico-tecnológico face ao próprio cidadão, às comunidades em que se insere e a questões globais: “Competence includes an attitude of critical appreciation and curiosity, an interest in ethical issues and respect for both safety and sustainability, in particular as regards scientific and technological progress in relation to oneself, family, community and global issues” (OJEU, 2006, p.15)

Competências Científico-Tecnológicas numa Perspectiva Inclusiva de Educação

Revistos alguns aspectos de conceitualizações de competências no programa PISA e na UE, centrais numa perspectiva inclusiva de educação para todos e para uma cidadania activa, que se reflectem em medidas adoptadas na OCDE e na UE em âmbitos que ultrapassam os sistemas educativos formais, importa analisar como tais perspectivas se reflectem nos Estados-membros e identificar factores que eventualmente possam constituir-se como obstáculos à sua concretização – processo essencial para a necessária superação. As retóricas educativas nos Estados-membros devem reflectir prioridades e recomendações, designadamente no que se refere à ênfase curricular no desenvolvimento de competências, em particular no Ensino Básico. Efectivamente, tanto em Portugal como em Espanha, documentos oficiais pertinentes evidenciam esta ênfase curricular, e.g., em aspectos específicos do *Currículo Nacional do Ensino Básico* e das *Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais*, analisados por Pedrosa & Leite (2005), e da “competencia científica definida en la LOE” (Cañas et al. 2008, p.33).

Porém, tratando-se de inovações educativas e dadas as exigências que estas configuram, esperam-se sérias dificuldades de implementação, tanto devido a carências de formação de professores, e.g., na identificação de questões e na planificação e desenvolvimento de percursos investigativos emergentes delas (Pedrosa & Mendes, 2006), como devido à inadequação de recursos orientadores das actividades de ensino, designadamente de manuais escolares (Pedrosa & Leite, 2005). A título de exemplo, atente-se que os estilos linguísticos e os das representações utilizadas em manuais escolares de ciências, na Grécia, aparentam ser opostos aos dos utilizados nos itens relativos a literacia científica do programa PISA, o que

pode contribuir para desorientar os alunos relativamente ao que se espera deles em testes de ciências na escola, por um lado, e nas respostas aos itens dos questionários PISA, por outro, podendo, assim, configurar-se como um dos factores intervenientes nas baixas classificações obtidas pelos alunos Gregos neste programa internacional (Hatzinikita et al., 2008).

Realça-se que o desenvolvimento de competências, designadamente científico-tecnológicas e de aprender a aprender, requer que os professores conheçam e compreendam as inovações que se pretendem e reclamam estratégias de ensino e aprendizagem inovadoras, centradas nos aprendizes, que comecem por prestar atenção àquilo que estes já sabem acerca do mundo natural – um passo essencial em processos de mudança conceptual orientada e estimulada por professores de ciências –, utilizem conhecimento de como os alunos pensam cientificamente e de ideias actuais e fundamentadas referentes a ensino de ciências para ajudar os alunos a aprender vários conceitos científicos – o que Shulman designou de conhecimento de conteúdo pedagógico (Abell, 2008). Porém, estudos centrados em práticas docentes de professores têm vindo a identificar inconsistências relativamente à importância que os professores participantes dizem atribuir ao conhecimento prévio dos alunos e insuficiências relativamente ao conhecimento de pré-concepções gerais e comuns, como se evidencia em Morrison & Lederman (2003). Segundo estes autores, tais estudos indicam uma dimensão fraca do conhecimento de conteúdo pedagógico dos professores participantes relativo a competências para diagnosticar ideias prévias dos alunos e, conseqüentemente, para intervir no sentido de resolver problemas nesse âmbito. Complementarmente, em estudos baseados em narrativas de alunos de diversos países, identificou-se a pedagogia transmissiva, os conteúdos não contextualizados e as dificuldades desnecessárias em ciências escolares como os temas aglutinadores de problemas comuns em educação científica contemporânea (Lyons, 2006).

Estes problemas configuram-se como barreiras à implementação de estratégias educativas consonantes com imperativos de desenvolvimento de competências-chave pelos alunos, em particular competências científicas – capacidade para, e vontade de, utilizar conhecimentos e metodologias próprios para explicar o mundo natural, identificar questões e retirar conclusões fundamentadas –, e científico-tecnológicas. Como já se referiu, estas competências implicam também uma compreensão das mudanças causadas pela actividade humana e a consciencialização dos indivíduos sobre avanços, limitações e riscos das teorias e aplicações científico-tecnológicas nas sociedades, em geral, bem como atitudes de apreciação crítica e de curiosidade, interesse por questões éticas e respeito por segurança e sustentabilidade, particularmente no que se refere ao progresso científico-tecnológico face ao próprio cidadão, às comunidades em que se insere e a problemas globais (OJEU, 2006).

Destacam-se, em particular, os problemas referentes ao aquecimento global, indissociáveis das necessidades de energia das sociedades e dos recursos utilizados para as suprir, estes maioritariamente constituídos por combustíveis fósseis de que resultam emissões de dióxido de carbono, e de outros GEE, cujas concentrações na atmosfera continuam a aumentar, relacionando-se inequivocamente com o aumento da temperatura à escala global e as presentes alterações climáticas: “Rising CO₂ and other greenhouse-gas concentrations in the atmosphere, resulting largely from fossil-energy combustion, are contributing to higher global temperatures and to changes in climate” (IEA, 2007, p.11). Neste contexto, numa perspectiva inclusiva de educação científica para todos, incentivadora de aprendizagens significativas (e.g., Wittrock, 1994) e de desenvolvimento de competências, é imperativo planificar e implementar estratégias de ensino e aprendizagem de ciências que tenham em conta múltiplos objectivos, designadamente os pertinentes de política energética e de prevenção de impactos negativos da utilização de recursos energéticos na saúde humana e ambiental (EEA, 2006), em particular na escolaridade obrigatória, para estimular os alunos a desenvolverem competências para uma cidadania activa. Por exemplo, promover poupanças de energia e medidas de eficiência energética são componentes essenciais da estratégia de integração de

preocupações ambientais no sector de energia – vias incontornáveis e claramente assumidas na UE (EEA, 2006). Importa, pois, que as políticas e práticas nas instituições educativas sejam coerentes com estas preocupações e que as ciências que se ensinam, aprendem e avaliam na escola contribuam para as racionalizar, compreender e estimular reflexão sobre utilizações de energia e mudanças de comportamentos, tanto em acções simples e comuns do quotidiano (e.g., sempre que possível, deslocar-se a pé), como noutras mais esporádicas (DGET–CE, 2006).

Energia, Recursos Energéticos e Concepções Alternativas em Educação Científica

Incluir energia em educação científica para todos justifica-se essencialmente devido à sua relevância em ciências, argumentando-se que energia é um conceito essencial para se aceder a processos científicos fundamentais, e para se compreender questões energéticas na sociedade e agir de acordo com preocupações referentes a energia. Importa, pois, cuidar dos aspectos fundamentais da quadriga de energia, especificamente dos referentes a *transporte, transformação, conservação e degradação de energia* (Duit & Haeussler, 1994). Numa perspectiva científica, é necessário salientar a íntima interacção entre estes quatro aspectos fundamentais para os tornar compreensíveis, especialmente a conservação de energia. Já a degradação de energia, por ser crucial em questões de oferta e de esforços para poupar energia, destaca-se numa perspectiva mais ampla que inclua contextos quotidianos exteriores à escola, de ora em diante designados *outros quotidianos* (life-world conceptions): “A life-world perspective highlights degradation because this is the crucial aspect in matters of energy supply and efforts of saving energy” (Duit & Haeussler, 1994, p.194).

Porém, os alunos geralmente não aprendem as ideias essenciais de energia – quanto muito integram vagamente alguns aspectos da perspectiva científica nas suas concepções referentes a *outros quotidianos*. Baseando-se em investigações pertinentes, objectivos e orientações de educação em energia, incluindo orientações CTS, Duit & Haeussler (1994), apresentam uma discussão interessante e advogam que a educação científica deve centrar-se na compreensão de questões de energia na vida quotidiana e na sociedade, ou seja, em *outros quotidianos* em que os alunos se integram, e em comportamentos consentâneos com preocupações no âmbito da energia. Salientam que é necessário reinterpretar, de acordo com a perspectiva científica, a linguagem relativa a energia utilizada em *outros quotidianos* e referem, a título de exemplo, que a afirmação de que há consumo de energia num certo processo deve reinterpretar-se, utilizando a referida quadriga: “energy is transformed in that process from one form to certain others and may change the place of manifestation (is transported) but the amount of energy does not change (conservation) whereas the value decreases (degradation)” (Duit & Haeussler, 1994, p.197).

Contudo, Millar (2005) sublinha que a designação “formas de energia” tem sido criticada. Apresenta e discute argumentos utilizados, de que se destaca os alunos se limitarem a aprender uma série de nomes que acrescentam pouco à sua compreensão, em certas situações poder induzir análises incorrectas de processos, centrar a atenção nos sítios errados, na forma da energia em pontos diferentes, em vez de nos processos pelos quais a energia é transferida de um objecto ou sistema para outro. Este autor, baseando-se em investigações pertinentes, apresenta e discute argumentos e debates referentes ao ensino de energia, explicita disparidades entre significados em *outros quotidianos* e em ciências curriculares, apresenta e fundamenta diversas sugestões para ensinar ideias importantes para todos os cidadãos relativas a energia, designadamente, começar por recursos energéticos, incluindo comida, e evitar as frases “utilização de energia” e “consumo de energia” (pelos problemas que daí podem advir mais tarde) sugerindo substituí-las, se necessário, por “utilização (ou consumo) de recursos energéticos” e sublinhando expressamente não haver qualquer incorrecção nas frases “uso de combustível” e “consumo de combustível”. Apresenta sugestões para, nesta

temática, abordar outras ideias importantes, designadamente relativas a quantidades e variedade de combustíveis utilizados em diversos sectores no dia-a-dia, modo como as quantidades utilizadas têm vindo a variar em diferentes épocas, diferenças nas quantidades e tipo de combustíveis utilizados em diferentes regiões do mundo e suas consequências, fontes de energia renováveis e eficiência energética de equipamentos e processos utilizados quotidianamente.

Visando resolver dificuldades identificadas e baseando-se em literatura pertinente, o mesmo autor refere algumas concepções alternativas, discute aspectos específicos e problemáticos de linguagem (e.g., energia associada a comida: comida contém energia, comida como fonte de energia ou comida como reservatório de energia) e aponta orientações plausivelmente frutuosas. Por exemplo, referindo-se ao funcionamento de um sistema constituído por uma bateria, um motor, uma roldana, um cinto e um peso que é levantado, comum em manuais escolares, apontando e discutindo aspectos problemáticos, identifica as transferências de energia e defende que o referido sistema, por não proporcionar percepções claras quanto aos processos envolvidos, não é recomendável para introduzir estes assuntos: “So all of the chemical energy in the initial energy store is being transferred [...] This is not obvious, so these are not good examples of energy transfer to use to introduce these ideas” (Millar, 2005, p.17).

Ensinar ciências para promover aprendizagens significativas requer que os professores utilizem diversos recursos (e.g., analogias, paráfrases, imagens, diagramas, fotografias, exemplos, demonstrações) para estimularem os alunos a estabelecer relações entre as suas vivências em contextos que lhes são familiares, conceitos científicos e aspectos estruturais das ciências escolares, e.g., títulos, sumários, objectivos, questões, tabelas, problemas, explicações (Wittrock, 1994). O interesse dos alunos pelas ciências aumenta e o seu desempenho melhora quando conseguem estabelecer relações entre o que, neste âmbito, aprendem na escola e os seus *outros quotidianos* – assim designados para relevar o facto de as escolas também configurarem, em períodos lectivos, um quotidiano comum para a generalidade das crianças e jovens, designadamente em Portugal, em escolas do Ensino Básico, e em Espanha, nos centros de ESO. A identificação de problemas pelos alunos, visando conceberem, planificarem e desenvolverem estratégias, com orientação e apoio de professores, designadamente, pode proporcionar múltiplas oportunidades para estabelecerem relações entre ciências escolares e *outros quotidianos*.

A construção e reconstrução de conhecimento resultam de complexas interações entre direcções, motivações e objectivos individuais, no contexto de direcções, motivações e objectivos mais amplos do grupo ou situação social imediatos (Watts, 1994). Na identificação e resolução de problemas, podem explorar-se e desenvolver-se conceitos e processos científicos em diversos contextos e de diversas formas, desde a escolha de actividades até à procura da solução pelos alunos – que funciona como impulso para (re)construírem e refinarem as suas teorias –, explorando os conceitos envolvidos, discutindo o que têm de fazer e como podem consegui-lo e reexaminando as suas teorias em articulação com conhecimento científico. Para tal, mobilizam o seu entendimento de como as coisas funcionam em articulação com ideias relacionadas, teorias, noções de entretenimento e momentos banais, reexaminando as suas teorias e articulando-as com conhecimento científico, de modo que, no final, as suas concepções serão mais adequadas e terão sido utilizadas de modo tangível: “The end is not reached simply by having a new (more scientific) conception, but rather by putting that to use in a very tangible way” (Watts, 1994, p.54). Tanto a (re)construção individual de conhecimento como a social devem explorar-se separada e concertadamente – uma orientação educativa de construtivismo social forte privilegiará a colaboração entre alunos e professores para proporcionar todas as oportunidades de melhorar a mudança conceptual nos alunos: “Collegiality does, however, acknowledge social constructivism and a strong classroom

version would provide all the opportunities possible for pupils to enhance conceptual change through collaborative interaction between peers and teachers” (Watts, 1994, p.54).

Perspectivar educação, em geral, científica, em particular, para o desenvolvimento de competências pelos alunos – necessárias para aplicarem conhecimento construído no dia-a-dia, em *outros quotidianos* e numa perspectiva de cidadania activa–, paralelamente requer que se desenvolva investigação destinada a identificar conhecimento prévio dos alunos relativo a problemas actuais, suas causas, consequências e formas de os resolver ou mitigar, que expressamente contemplem também atitudes e comportamentos individuais. Há 15 anos, Gomez-Granell & Cervera-March (1993) desenvolveram uma investigação relativa a questões ambientais e respectivas causas relacionadas com consumo de recursos energéticos, que envolveu 230 estudantes universitários e 37 pré-universitários, na qual utilizaram um questionário e algumas entrevistas. Baseando-se nos resultados, concluíram que, embora os níveis de consciencialização possam, à primeira vista, parecer aceitáveis, são muito superficiais e radicam numa vaga ideia de perigosidade veiculada pelos media – não radicam na compreensão dos fenómenos e das relações de interdependência entre estes e acções humanas, designadamente das individuais e das consequências para o ambiente, a médio e longo prazo, do somatório dos “efeitos mínimos” destas pequenas acções, no dizer de alguns participantes (Gomez-Granell e Cervera-March, 1993, p.562).

Conclusões e Implicações

Referiu-se a *Declaração do Milénio* e enfatizou-se a importância de se avaliar progressos conseguidos e insuficiências incontornáveis na consecução das (oito) MDM, particularmente as que visam erradicar a pobreza extrema e a fome, assegurar o acesso universal ao ensino básico e promover a sustentabilidade ambiental. Aludindo a múltiplos significados de inclusão social, destacou-se a necessidade de se garantir o ingresso e a permanência na escola para proporcionar acesso efectivo a conhecimento socialmente relevante, embora sublinhando que não é suficiente. Efectivamente, o fracasso escolar, reflexo de limitações nas aprendizagens necessárias e/ou validadas, concentra-se “nas classes populares, que ocupam as periferias do sistema” (Esteban, 2008, p.6) e pode levar ao abandono precoce, dificultando seriamente a inclusão social e contribuindo para perpetuar índices de pobreza elevados. Apresentou-se uma síntese de características de competências veiculadas pelo programa PISA (OCDE, 2006) e defendidas no quadro de referência na UE (OJEU), enfatizando-se a sua importância numa perspectiva inclusiva de educação para todos e para uma cidadania activa. Sendo indispensável (embora insuficiente) que os professores de ciências conheçam e compreendam as inovações que se pretendem para, nesta perspectiva de desenvolvimento de competências, poderem ajudar os seus alunos a aprender, realçaram-se dimensões de competências científico-tecnológicas e de aprender a aprender e apontaram-se limitações em conhecimento de conteúdo pedagógico, designadamente de pré-concepções de alunos, gerais e comuns. Identificaram-se outros problemas (e.g., conteúdos não contextualizados) relativos à implementação de estratégias educativas consonantes com imperativos de desenvolvimento de competências científicas pelos alunos, numa perspectiva inclusiva de educação e para uma cidadania activa. Neste sentido, destacaram-se competências implicadas na apreciação crítica de questões éticas e no respeito por segurança e sustentabilidade, particularmente no que se refere ao progresso científico-tecnológico face ao próprio cidadão, às comunidades em que se insere e a problemas globais (OJEU, 2006).

Assim, conhecidos problemas no âmbito de conhecimento de conteúdo pedagógico de professores de ciências, sumariamente referidos, considera-se imperativo criar condições que permitam e estimulem o envolvimento efectivo de professores de ciências na planificação e implementação de estratégias de ensino e de aprendizagem que, articuladamente com outros mais comuns em currículos disciplinares, e.g., *Som e luz* ou *Reacções químicas em Ciências*

Físico-Químicas e Ecossistemas em Ciências Naturais (DEB, 2001), tenham em conta objectivos pertinentes de política energética e de prevenção de impactos negativos da utilização de recursos energéticos na saúde humana e ambiental, claramente assumidos na UE (EEA, 2006). A brochura “Educação em Matéria de Energia – Ensinar os consumidores de energia de amanhã”, publicada pela Direcção Geral da Energia e dos Transportes da UE e destinada a autoridades educativas e a responsáveis pela gestão da procura de energia, a nível local, a instituições de formação, professores e suas associações, bem como a agências de energia (DGET–CE, 2006), indica inequivocamente a importância que instâncias políticas da UE atribuem à integração de *outros quotidianos* em educação em energia para todos, numa perspectiva de cidadania activa. Publicações como esta (DGET–CE, 2006) e outros recursos disponíveis no sítio “Key Information related to Energy Education”¹, da Direcção Geral da Energia e dos Transportes da EU, podem inspirar professores de ciências no delineamento de tais estratégias educativas, por exemplo, para articular conteúdos curriculares com a necessidade de adoptar formas sustentáveis de utilizar energia e com imperativos de participação, consciente e conscienciosa, no esforço necessário para se reduzirem, por diversas formas e a diversos níveis, incluindo o doméstico, consumos energéticos exagerados e desnecessários. Porém, aparentemente há défices de articulação e de comunicação entre as instituições envolvidas na produção de publicações como esta e instituições educativas, evidenciadas por exemplo, em Portugal, pela aparente inexistência de vias a estes recursos através do Ministério da Educação.

Dado que perspectivas inclusivas de educação colocam novos desafios a todos os professores, mormente para ensinarem todos os (diferentes) alunos para a igualdade no acesso a oportunidades para desenvolverem competências-chave, também se afigura essencial que os professores de ciências se envolvam na planificação e implementação de inovações educativas indispensáveis para a consecução das MDM, visando proporcionar acesso efectivo de todos os alunos a conhecimento socialmente relevante e contrariar tendências persistentes de concentração de fracasso escolar “nas classes populares, que ocupam as periferias do sistema” (Esteban, 2008, p.6) – uma condição essencial para erradicar a pobreza extrema e a fome.

Além de dificuldades para lidarem adequadamente com alunos provenientes de diversos estratos sociais, os professores precisam de persistência, prática e tempo para, interagindo com os seus alunos, colegas e formadores, reflectirem sobre as suas actividades docentes e tomarem consciência de que não se faculta a todos os alunos idêntico acesso a ciências nem meios para conseguirem níveis idênticos de sucesso nas suas aprendizagens de ciências: “a shift midway in their teacher education experience from seeing science education as a value neutral and a cultural endeavor to recognition that all students do not enjoy equal access to and success in learning science” (Bianchini & Cavazos, 2007, p.606). É, pois, também indispensável reorientar os cursos de formação de professores para o desenvolvimento de conhecimento de conteúdo pedagógico adequado a escolas inclusivas e para todos, incluindo as competências necessárias para lidarem adequadamente com alunos provenientes de diversos estratos sociais, com competências de comunicação e conhecimentos prévios e níveis de desempenho escolar diversificados.

Num contexto em que fracções crescente dos rendimentos familiares e dos recursos energéticos são utilizadas em deslocações, em que a grande maioria se realiza com consumo de combustíveis fósseis, mudanças para padrões sustentáveis de consumo e produção constituem uma preocupação prioritária e reclamam o apoio essencial da educação em todos os níveis (Kaivola & Rohweder, 2007). Salientam-se necessidades de formação de professores neste âmbito, incluindo os de níveis de escolaridade mais baixos, dada a importância de envolver crianças destes níveis no esforço colectivo indispensável às

¹ <http://www.managenergy.net/education.html>

mudanças necessárias, designadamente nos padrões de consumo. À importância de, numa perspectiva de desenvolvimento de competências por cada um, e por todos, envolver alunos de faixas etárias mais baixas neste esforço, acresce ainda a influência que estes podem ter nos comportamentos dos adultos, como há muito é reconhecido pelas empresas de publicidade e evidenciado pela proporção de anúncios dirigidos a populações infantis e juvenis (Boyes & Stanisstreet, 1993).

Importa, pois, promover mudanças conceptuais em diversos públicos, com objectivos específicos diversificados e a meta comum de incentivar estilos de vida consentâneos com requisitos de sustentabilidade ambiental, num quadro mais abrangente, complexo e exigente referente às MDM. Estas mudanças conceptuais, sendo cognitivas e vivenciais, perspectivam-se, não só em termos de discurso, mas sobretudo como mudanças da relação de cada um com o mundo e envolvem decisões intencionais de mudança na acção – “it seems that CC is both a learning process and as such evolutionary as well as a revolutionary process of change of identity or paradigm change” (Keiny, 2008, p.71). Num contexto de agravamento de desigualdades e problemas sociais e ambientais que “suscita o questionamento do modelo económico global dominante e reforça argumentos pró integração curricular de EDS nas universidades (como noutras escolas)” (Pedrosa, 2008, p.43), importa que estas mudanças conceptuais envolvam decisões intencionais de mudança nos quotidianos escolares e de formação de professores de ciências, bem como na relação dos membros das comunidades educativas que os configuram com *outros quotidianos* em que se inserem, visando contribuir para desagravar aqueles problemas e progredir no sentido da sustentabilidade ambiental e da consecução das demais MDM.

Referências bibliográficas

- ABELL, Sandra K.: Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? Em *International Journal of Science Education*, 2008, 30(10), pp.1405-1416.
- BIANCHINI, Julie A. & CAVAZOS, Lynnette M.: Learning from Students, Inquiry into Practice, and Participation in Professional Communities: Beginning Teachers' Uneven Progress toward Equitable Science Teaching. Em *Journal of Research in Science Teaching*, 2007, 44(4), pp. 586-612.
- BOYES, E. & STANISSTREET, M.. The 'Greenhouse Effect': children's perceptions of causes, consequences and cures. Em *International Journal of Science Education*, 1993, 15(5), 531-552.
- CAÑAS, Ana, MARTÍN-DÍAZ, M^a Jesús & NIEDA, Juana: ¿Debería nuestro currículo adaptarse más a la competencia científica de PISA? Em *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2008, 57, 32-40.
- DEB (Departamento da Educação Básica): Ensino Básico: Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico. Lisboa: Ministério da Educação, 2001.
http://www.eccn.edu.pt/departamentos/dccfn/programas/3%C2%BAciencias_fisicas_naturais.pdf [Acedido: 06/10/2008]
- DGET–CE (Direcção-Geral da Energia e dos Transportes – Comissão Europeia): Educação em Matéria de Energia – Ensinar os consumidores de energia de amanhã. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2006.
http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/education_pt.pdf [Acedido: 06/10/2008]
- DUIT, Reinders & HAEUSSLER, Peter: Learning and Teaching Energy. Em FENSHAM, Peter J., GUNSTONE, Richard F. & WHITE, Richard T. (Ed.): *The Content of Science – A constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press, 1994.-pp. 185-200.

- EEA (European Environment Agency): Energy and Environment in the European Union – Tracking progress towards integration. Copenhagen: European Environment Agency, 2006. http://www.sme-environment.org/eea_report_8_20061.pdf [Acedido: 06/10/2008]
- ESTEBAN, Maria Teresa: Silenciar a polissemia e invisibilizar os sujeitos: indagações ao discurso sobre a qualidade da educação. Em Revista Portuguesa de Educação, 2008, 21(1), 5-31.
- GOMEZ-GRANELL, Carmen & CERVERA-MARCH, Salvador: Development of conceptual knowledge and attitudes about energy and the environment. Em International Journal of Science Education, 1993, 15(5), 553-565.
- HATZINIKITA, Vassilia, DIMOPOULOS, Kostas & CHRISTIDOU, Vasilias: PISA Test Items and School Textbooks Related to Science: A Textual Comparison. Em ScienceEducation, 2008, 92, 664-687.
- IEA: World Energy Outlook 2007 – China and India Insights. Executive Summary. Paris: International Energy Agency (IEA), 2007. <http://www.iea.org/textbase/npsum/WEO2007SUM.pdf> [Acedido: 06/10/2008]
- KAIVOLA, Taina & ROHWEDER, Liisa (Ed.): Towards Sustainable Development in Higher Education – Reflections. Finland: Ministry of Education, Department for Education and Science Policy, 2007. <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2007/liitteet/opm06.pdf?lang=en> [Acedido: 06/10/2008]
- KEINY, Shoshana: ‘Conceptual change’ as both revolutionary and evolutionary process. Em Teachers and Teaching: theory and practice, 2008, 14(1), 61-72.
- LYONS, Terry: Different Countries, Same Science Classes: Students’ experiences of school science in their own words. Em International Journal of Science Education, 2006, 28(6), 591-613.
- MILLAR, Robin: Teaching about energy. York: University of York, Department of Educational Studies, 2005. <http://www.york.ac.uk/depts/educ/research/ResearchPaperSeries/Paper11Teachingaboutenergy.pdf> [Acedido: 06/10/2008]
- MORRISON, Judith A. & LEDERMAN, Norman G.: Science Teachers’ Diagnosis and Understanding of Students’ Preconceptions. Em Science Education, 2003, 87(6), 849-867.
- NU: Objetivos de desarrollo del Milénio - Informe de 2007. Nueva York: Naciones Unidas, 2007. <http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/report2007/mdgreport2007r2.pdf> [Acedido: 26/03/2008]
- OCDE: PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura, 2006. <http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/39732471.pdf> [Acedido: 06/10/2008]
- OJEU (Official Journal of the European Union) (30/12/2006): RECOMMENDATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning – L394/10. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:EN:PDF> [Acedido: 12/10/2008]
- PEDROSA, M. Arminda & LEITE, Laurinda: Educação em Ciências e Sustentabilidade na Terra: Uma análise das Abordagens Propostas em Documentos Oficiais e Manuais Escolares. Em XVIII Congresso de ENCIGA, COMUNICACIÓNS PDF, 2005.-pp. 1-17.
- PEDROSA, M. Arminda: Educação para Desenvolvimento Sustentável e Universidades. Em VIEIRA, Rui Marques, PEDROSA, M. Arminda, PAIXÃO, Fátima, MARTINS, Isabel P., CAAMAÑO, Aureli, VILCHES Amparo & MARTÍN-DÍAZ, M^a Jesús (Coord.): Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável (CD-ROM). Aveiro: Universidade de Aveiro, 2008.-pp. 40-44.

- PEDROSA, M. Armanda, MENDES, Paulo: Formação Contínua de Professores de Ciências, Construção de Conhecimento Científico e Educação para a Sustentabilidade. Em XIX Congreso de ENCIGA, ARQUIVOS ORIXINAIS\COMUNICACIÓNS COMPLETAS, 2006.-pp. 1-24.
- WATTS, Mike: Constructivism, Re-constructivism and Task-orientated Problem-solving. Em FENSHAM, Peter J., GUNSTONE, Richard F. & WHITE, Richard T. (Ed.): The Content of Science – A constructivist approach to its teaching and learning. London: The Falmer Press, 1994.-pp. 39-58.
- WITTRICK, Merlin: Generative Science Teaching. Em FENSHAM, Peter J., GUNSTONE, Richard F. & WHITE, Richard T. (Ed.): The Content of Science – A constructivist approach to its teaching and learning. London: The Falmer Press, 1994.-pp., 29-38.