

## **Impacte de um Programa de Formação com uma Orientação CTS/PC nas Concepções e Práticas de Professores**

## **Impacto de un Programa de Formación con una Orientación CTS/PC en las Concepciones y Prácticas del Profesorado**

**Rui Marques Vieira<sup>1</sup>, Isabel P. Martins<sup>2</sup>**

*Centro de Investigação em Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Portugal  
<sup>1</sup>rvieira@viseu.ijsiaget.org, <sup>2</sup>imartins@dte.ua.pt*

### **Resumo**

Reconhecida a necessidade de promover a formação de professores no sentido de estes reconstruírem as suas concepções acerca de Ciência, Tecnologia e Sociedade [CTS] e promoverem práticas didáctico-pedagógicas com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade/Pensamento Crítico [CTS/PC] desenvolveu-se (concebeu-se, produziu-se, implementou-se e avaliou-se) um programa de formação [PF] continuada de professores. Na sua implementação estiveram envolvidas, durante dois anos lectivos, quatro professoras principiantes do 1º e 2º ciclos do ensino básico (1º ao 6º ano de escolaridade). Através de vários instrumentos como o de Caracterização de Práticas, entrevistas, questionários e *portfolios* obtiveram-se múltiplos dados, os quais foram analisados e cruzados de forma a alcançar uma visão descritivo-interpretativa dos quatro casos estudados. Por comparação entre a situação das professoras no início do PF e no final verifica-se que as concepções ingénuas sofreram uma evolução muito favorável e as práticas didáctico-pedagógicas das professoras passaram a contemplar explicitamente uma orientação CTS/PC. Para além do ganho em desenvolvimento profissional, pessoal e social das professoras o PF constitui-se como uma via para melhorar a educação científica das crianças deste nível de escolaridade.

### **Introdução**

A investigação em Didáctica das Ciências tem revelado, por um lado, que as concepções dos professores sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade estão afastadas de perspectivas concordantes com o desenvolvimento científico actual e, por outro, que a realidade das práticas didáctico-pedagógicas dos professores de Ciências não estão integradas, em geral, no movimento CTS nem contemplam a promoção do pensamento crítico dos alunos. Isto, pese embora, a educação CTS e o pensamento crítico, no contexto de um currículo de Ciências com o ideal de promover a literacia científica, se afirmarem como duas das mais proeminentes finalidades e / ou metas, nomeadamente de um ensino básico para todos, quer sigam ou não carreiras científicas (Iozzi, 1987; Tal Dori, Keiny e Zoller, 2001; Vieira, 2003; Vieira e Martins, 2002). Efectivamente, as finalidades da educação em Ciências passaram a dar ênfase particular à formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, com capacidades de pensamento crítico no contexto de interacções socio-científico-tecnológicas (Bybee e DeBoer, 1994; Tal et al., 2001; Yager, 1993), razões pelas quais se considera que a educação em Ciências deve permitir a todos os indivíduos um melhor conhecimento, imbuído em pensamento crítico, da Ciência e das suas inter-relações com a Tecnologia e a Sociedade, capaz de implicar uma melhor qualidade de vida, num ambiente mais equilibrado e sustentável no futuro.

Assim, neste enquadramento, começa-se por abordar a problemática das concepções e práticas dos professores numa perspectiva CTS/PC. Depois, foca-se o desenvolvimento de um programa de formação continuada de professores com uma orientação CTS/PC. No final apresentam-se resultados e conclusões ligadas ao impacte do referido PF nas concepções e práticas didáctico-

pedagógicas CTS/PC de professoras do 1º e 2º ciclos do ensino básico português as quais permitem avaliar a eficácia do programa.

### **As Concepções e Práticas Didáctico-Pedagógicas de Professores Numa Perspectiva CTS/PC**

Os resultados alcançados na investigação realizada sobre as concepções dos professores acerca da natureza da Ciência (especialmente numa perspectiva de interligação da Ciência à Tecnologia e à Sociedade) referem lacunas na sua preparação para as exigências das sociedades contemporâneas, como, por exemplo, não possuir uma concepção mais real da Ciência. A investigação tem consistentemente mostrado que as concepções de professores, incluindo professores portugueses (Praia e Cachapuz, 1994), sobre a natureza da Ciência são inadequadas na lógica de concepções contemporâneas do empreendimento científico (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000; Lederman, 1992; 1999; Rubba e Harkness, 1993).

Numa compilação dos principais resultados obtidos pela investigação sobre as concepções de professores (e também de alunos) sobre CTS, obtidos com os instrumentos *VOSTS* e o *TBA-STTS*, Acevedo-Díaz (2001b) e Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso, Acevedo-Romero e Manassero-Mas, (2002) salientam: (i) identificação da Ciência e da Tecnologia como um empreendimento único (Tecnociência), por oposição a uma visão distinta dos papéis de ambas; (ii) consideração da Tecnologia como hierarquicamente abaixo da Ciência visto ser considerada uma aplicação desta; (iii) valorização da opinião dos especialistas na tomada de decisões importantes sobre as implicações sociais da Tecnologia — modelo tecnocrático; (iv) assunção de que os governos estão mais capacitados para coordenar os programas de investigação e desenvolvimento (I+D), se o fizerem através de agências especializadas, o que reflecte uma política de carácter tecnocrático; (v) a investigação científica como forma de demonstrar verdades absolutas (infallibilidade); e (vi) a imagem dos cientistas como pessoas totalmente desinteressadas, objectivas e isoladas socialmente.

Já no que diz respeito às práticas didáctico-pedagógicas, são vários os autores (por exemplo, Caamaño e Martins, 2002; Raizen, 1994; Shymansky, 1996), que salientam como realidade das salas de aulas de Ciências o modelo transmissivo, na melhor das hipóteses aplicado a um conjunto de factos, leis e teorias. Por exemplo, segundo o estudo de Bueno (1998), pode dizer-se que os professores apresentam um perfil que corresponde a um estereótipo bastante vulgarizado: exposição pelo professor, explicação por este de “exercícios tipo”, realização individual pelos alunos e alunas das actividades do livro de texto e, em muitas ocasiões, comprovação experimental de conhecimentos “teóricos” mediante algumas práticas de laboratório. De uma ampla revisão de estudos conduzidos por Porlán, Rivero e Martín (2000), estes autores afirmam que os professores, em geral, encaram o ensino como uma actividade centrada na explicação do professor, controlada e dirigida por este em torno de conhecimentos, os quais são o eixo director da dinâmica da classe.

Relativamente à aprendizagem / papel do aluno verifica-se, de acordo com autores como Krupnik (1993), que:

- i. a aprendizagem continua a traduzir-se, sobretudo, na memorização de factos sobre a Ciência a serem recordados e reproduzidos nos exames, sendo os alunos raramente solicitados a resolver tarefas aplicando conhecimento anterior, ou a descrever e explicar acontecimentos à sua volta e a prever a sua evolução;

- ii. na escola os alunos não desenvolvem uma compreensão científica e tecnológica com significado que possa ser aplicada na resolução de problemas quotidianos reais do planeta;
- iii. aquilo que os professores valorizam no currículo de Ciências não vai, em geral, ao encontro dos interesses dos alunos o que se traduz em atitudes negativas em relação à Ciência e numa desmotivação por continuar a aprender Ciências; e
- iv. a educação em Ciências em contexto escolar enfatiza a aprendizagem conceptual (factos e princípios) e ignora, praticamente, as capacidades de pensamento.

Deste modo, pode afirmar-se que a educação em Ciências tem-se centrado preferencialmente na transmissão de conhecimentos, o que tem feito com que a promoção das capacidades de pensamento criativo e crítico seja negligenciada (DeBoer, 2000). No que diz respeito à educação CTS, verifica-se também, segundo o autor acabado de citar, que são reduzidas as aplicações da Ciência ou ligações desta a experiências do dia-a-dia dos alunos. Muitos professores não relevam os aspectos interactivos CTS como elementos necessários e, portanto, não veiculam uma visão contextualizada da Ciência (Solbes e Vilches, 1997). Desta forma, as relações estreitas existentes entre o conhecimento científico e outros campos tais como a filosofia, a ética, a religião, ou a economia são omitidos, o que não favorece a compreensão pelos alunos da influência social destes domínios no desenvolvimento científico e técnico, bem como as prioridades e as fontes destinadas à investigação científica. Nesta perspectiva, são em número muito reduzido os professores que realmente reflectem nas suas práticas de ensino as intenções do movimento CTS (Acevedo-Díaz, 2001a). Também, o pensamento crítico não é, em geral, valorizado enquanto finalidade da educação em Ciências. Tal facto justifica, provavelmente, o facto de muitos alunos, provavelmente a maioria do Ensino Básico e também do Ensino Secundário, revelarem dificuldades em usar / mobilizar conceitos básicos e capacidades de pensamento crítico sobre assuntos que envolvam a Ciência e a Tecnologia (Rutherford, 1997).

Portanto, apesar de todo o interesse e importância de que se reveste a orientação CTS/PC para as práticas docentes, está-se, ainda, longe da sua implementação, em particular como forma de veicular uma concepção adequada de Ciência. Uma das componentes chave para a integração do pensamento crítico e da educação CTS no ensino das Ciências está no modo como os professores encaram o seu papel, o que passa fundamentalmente pela sua formação. Ora, aquilo que se defende é de que os professores têm de ser preparados para essa concretização. Sem uma aposta efectiva na formação de professores qualquer reforma curricular, tal como a que está a ocorrer em Portugal para a educação em Ciências no Ensino Básico, provavelmente, falhará. Foi, nesta perspectiva que se desenvolveu um programa de formação continuada de professores do ensino básico.

### **Programa de Formação de Professores de Ciências com Orientação CTS/PC**

Considerando como grande propósito a formação de professores para a concretização das finalidades relativas à perspectiva CTS e ao pensamento crítico desenvolveu-se (concebeu-se, produziu-se, implementou-se e avaliou-se) um programa de formação em Ciências de professoras principiantes do 1º e 2º ciclos do Ensino Básico (alunos de 6 a 12 anos). A sua finalidade era apoiar o desenvolvimento profissional, pessoal e social das professoras de modo a permitir-lhes a concretização de práticas didáctico-pedagógicas com orientação CTS/PC. Mais concretamente, pretendeu-se que estas (re)construíssem as suas concepções acerca de Ciência, Tecnologia e Sociedade e, posteriormente, promovessem práticas didáctico-pedagógicas com orientação CTS/

PC. A avaliação foi conduzida logo após a formação (curto prazo) e um ano após a formação (longo prazo).

Decorrente de uma ampla revisão de literatura, considerou-se que esta formação dos professores deveria passar por três vertentes. A primeira teve a ver com as concepções dos professores sobre CTS. A segunda relacionou-se com o ensino CTS/PC. E a terceira prendeu-se com os materiais curriculares com foco CTS/PC. Na operacionalização destas três vertentes foram consideradas cinco fases. A primeira centrou-se no levantamento das concepções dos professores, particularmente sobre CTS. Na segunda, fez-se a sensibilização dos professores para a necessidade e importância do pensamento crítico e da educação CTS. Na terceira, proporcionou-se aos professores a (re)construção de conhecimentos sobre a natureza do pensamento crítico e da educação CTS. Na quarta, estabeleceu-se uma metodologia para a construção de materiais CTS/PC. Na última construíram-se materiais CTS/PC.

Nesta formação, especialmente na terceira fase do PF, utilizou-se de um conjunto variado de recursos bibliográficos. Entre estes, encontram-se livros e artigos publicados em revistas da especialidade sobre estas duas temáticas. A escolha destes foi feita de modo a dar conta de: (i) razões aduzidas na literatura para a necessidade do ensino do pensamento crítico e da educação CTS; (ii) definições de pensamento crítico e da educação CTS, particularmente de Ciência e de Tecnologia; (iii) fundamentação do ensino do pensamento crítico e da educação CTS, particularmente de quadros conceptuais e de abordagens de ensino; e (iv) investigações sobre o ensino do pensamento crítico e da educação CTS. Utilizaram-se, também, materiais existentes promotores de capacidades de pensamento crítico e projectos de natureza CTS, bem como materiais habitualmente implementados por cada docente na sala de aula, quando adequados. Os primeiros (promotores de capacidades de pensamento crítico e projectos de natureza CTS) desempenharam funções de como demonstrar a aplicação prática de princípios e criar, desse modo, uma oportunidade de promover o potencial de pensamento crítico das professoras.

O PF foi implementado, ao longo de todo o ano lectivo de 2000/2001, a quatro professoras principiantes (três primeiros anos da carreira docente) portuguesas do 1º e 2º ciclos do Ensino Básico. No início e no final do PF fez-se a caracterização das concepções sobre CTS das professoras (as iniciais estão relatadas em Vieira e Martins, 2001) e das práticas didáctico-pedagógicas CTS/PC das quatro professoras. No ano lectivo seguinte — 2001/2002, avaliou-se o impacto do PF (a longo prazo) nas práticas das quatro professoras.

Para a recolha de dados das práticas destas professoras antes e após a implementação do PF e também no ano seguinte ao PF recorreu-se às técnicas de inquérito, observação e análise fazendo-se uso de instrumentos como questionários, entrevistas e diários do Investigador / formador. Entre estes, assumiram papel de destaque, no que diz respeito à identificação de concepções, o questionário "Views on Science-Technology-Society" [VOSTS] de Aikenhead e Ryan (1992) (usou-se a versão portuguesa de Canavarro, 2000) e nas práticas o instrumento de caracterização de práticas didáctico-pedagógicas CTS/PC, que se desenvolveu especificamente para este estudo. Este instrumento para caracterização de práticas didáctico-pedagógicas CTS/PC é constituído por duas categorias ("I — Perspectiva do processo de ensino / aprendizagem" e "II — Elementos de concretização deste processo"), cada uma com três dimensões de análise, as quais por sua vez são apoiadas em três indicadores. Quer as práticas iniciais (que foram escolhidas pelas próprias professoras), quer as práticas de implementação dos materiais curriculares CTS/PC, no final do PF e um ano após o mesmo, da unidade temática "Poluição da Água" (desenvolvidos no âmbito da terceira vertente do PF) foram gravadas em vídeo e o seu conteúdo analisado à luz do instrumento referido.

## Impacte do Programa de Formação

A análise dos dados anteriores fez emergir as ideias tipo, ou categorias de respostas, sobre as concepções acerca da natureza da Ciência (numa perspectiva de interligação Ciência-Tecnologia-Sociedade), partilhadas por mais que uma professora colaboradora, que a seguir se apresentam nos dois momentos em que se fez explicitamente o seu levantamento: no início do estudo e no final do PF desenvolvido nesta investigação.

A análise de conteúdo das entrevistas, de um modo geral, permitiu verificar que no início do PF predominava a concepção:

- (i) Ciência como “conhecimento válido sobre o mundo natural”;
- (ii) Tecnologia como “aplicação da Ciência”;
- (iii) Ciência e Tecnologia como “domínios interligados que se repercutem na sociedade”;
- (iv) Ciência e Tecnologia, cada uma à sua maneira, melhoram a qualidade de vida das pessoas, justificando-se por isso o investimento em ambas;
- (v) a política do país não afecta o trabalho dos cientistas;
- (vi) não existe influência de grupos de interesses particulares sobre a Ciência;
- (vii) as ideologias e crenças religiosas dos cientistas não afectam o seu trabalho;

Após o PF as professoras colaboradoras revelaram ainda duas concepções ingénuas de Ciência. Estas dizem respeito à não existência de influência de grupos de interesses particulares sobre a Ciência e que a decisão de utilizar ou não uma nova Tecnologia não depende necessariamente da sua eficiência.

Quanto às práticas didáctico-pedagógicas CTS/PC e tendo em conta a perspectiva do processo de ensino / aprendizagem, as quatro professoras começaram por evidenciar um ensino das Ciências instrumentalista centrado na transmissão de conhecimentos específicos, alguns deles evidenciando incorrecções / imprecisões científicas. A aprendizagem consistia na aquisição, essencialmente memorística, de tais conhecimentos. Possuíam, ainda: (i) uma visão estereotipada de trabalho experimental, no qual apesar de usarem protocolos, guiões e / ou o “V de Gowin” não era perspectivado o pluralismo metodológico e (ii) a concepção da Ciência como conhecimento objectivo produzido por cientistas que não são influenciados no seu trabalho. Todas consideravam que a formação inicial tinha sido muito reduzida no que respeita ao pensamento crítico e totalmente omissa sobre CTS o que não lhes permitia saber como implementar práticas didáctico-pedagógicas CTS/PC.

No final do PF as professoras apresentaram, globalmente, embora com diferente ênfase, um ensino centrado em questões sociais envolvendo conceitos científicos e com oportunidades diversificadas de promoção de capacidades de pensamento crítico dos alunos. Existiu, também, valorização e exploração intencional dos erros dos alunos (a partir das concepções alternativas previamente identificadas numa actividade introdutória designada por actividade zero). As actividades propostas centraram-se em situações-problema para cuja resolução os alunos tinham de usar capacidades de pensamento crítico sobre questões de Ciência e de Tecnologia bem como das suas inter-relações com a sociedade. As professoras passaram, preferencialmente, a:

- (i) fundamentar as suas opções no que concerne à promoção de capacidades de pensamento crítico com base num quadro conceptual, com particular incidência em capacidades de pensamento crítico de clarificação elementar; e (ii) ligar a Ciência à descoberta e funcionamento do mundo e

do universo, encarando o cientista com uma imagem mais humanizada.

Um ano após o PF, além dos indicadores evidenciados logo após o PF, as professoras passaram a realizar mais trabalhos experimentais focados e de forma mais intencional, na promoção de capacidades de pensamento crítico de “controlo de variáveis”.

Relativamente à segunda categoria, Elementos de concretização do processo de ensino / aprendizagem, as práticas iniciais das professoras revelaram a utilização de actividades como o jogo, o questionamento e o trabalho de grupo. Os recursos / materiais curriculares usados foram essencialmente *fichas de trabalho desenvolvidas* pelas próprias professoras e o manual escolar. O ambiente de ensino / aprendizagem, embora diferente para cada caso, caracterizou-se, de um modo global, por alguma empatia mas pouca interactividade.

Logo após o PF e também um ano depois as práticas destas professoras passaram a evidenciar a utilização diversificada de actividades / estratégias como: o questionamento orientado para o apelo a capacidades de pensamento crítico com um tempo de espera de resposta substancialmente mais longo (de 3 a 6 segundos); análise de documentos não tradicionais como artigos de jornal e revistas; debates / discussão; pesquisa pelos alunos; elaboração de mapas de conceitos pelos mesmos; e trabalho de grupo. O ambiente de sala de aula caracterizou-se: (i) por uma crescente cooperação, interactividade, empatia e aceitação de ideias diferentes dos alunos e, portanto, respeito pelas suas opiniões, questões e posições; (ii) pelo criar (especialmente no ano seguinte ao PF) de oportunidades para o desenvolvimento da compreensão com significado de conceitos e fenómenos científicos e tecnológicos, com vista a estabelecer, sobretudo, comparações por identificação de contrastes e de semelhanças; e (iii) pelo reconhecimento do direito dos alunos de questionarem e solicitarem explicações.

## Conclusões

Em relação às concepções sobre CTS conclui-se que o PF contribuiu para que as quatro professoras colaboradoras (re)construíssem as suas concepções acerca de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Os resultados que apoiam esta conclusão decorrem, essencialmente, da análise comparativa entre as concepções reveladas pelas professoras no início e no final do PF.

Estas concepções sustentam um perfil global comum no início deste estudo: realismo ingénuo e pendor mais empirista da Ciência e Tecnologia. As quatro professoras revelaram possuir uma imagem de Ciência neutra, dogmática e linear; o conhecimento científico foi encarado como inequivocamente verdadeiro, acabado e aproblemático. Os cientistas eram vistos por um prisma idealista ou de realismo ingénuo, pois, entre outros atributos, não eram influenciados pela sociedade nem por crenças religiosas. Por sua vez, a Ciência e a Tecnologia formavam um empreendimento único — Tecnociência — que afectava a sociedade. Tais perspectivas parecem aproximar-se de uma visão positivista, na qual as teorias científicas estão acima de valores, questões pessoais e imprevistos. Tal quadro de concepções é consonante com as obtidas em muitos estudos, como por exemplo as que foram encontrados em professoras do Ensino Básico português (3º ciclo) no estudo realizado por Paixão (1998).

Após o PF as ideias ingénuas evidenciadas diminuíram em número; das concepções ingénuas iniciais reveladas pelas professoras apenas duas permaneceram. Além disso, as suas ideias sobre a educação CTS passaram a ser apresentadas num articulado mais consistente e consciente.

Relativamente às práticas, os resultados obtidos com as quatro professoras do Ensino Básico permitem concluir que, de um modo geral, o programa de formação contribuiu para que estas

promovessem intencionalmente práticas didáctico-pedagógicas com a mesma orientação, quer a curto prazo (logo após a formação), quer a longo prazo (um ano após a formação). Com efeito, a situação inicial das práticas destas quatro professoras aponta para uma realidade não consentânea com a orientação CTS/PC, visto que os indicadores registados apontavam para um ensino internalista das Ciências suportado por uma concepção de Ciência como conhecimento objectivo produzido por cientistas que não são influenciados no seu trabalho; concordantemente recorriam ao uso quase exclusivo de actividades / estratégias de ensino centradas no domínio conceptual, exploração de fichas de trabalho desenvolvidas pelas próprias professoras e utilização do manual escolar.

Logo após o PF e um ano depois, a análise efectuada aponta no sentido de as professoras colaboradoras passarem a desenvolver práticas didáctico-pedagógicas com orientação CTS/PC. Entre os indicadores, no âmbito das categorias anteriormente referidas, que mostram a integração destas duas finalidades da educação em Ciências nas práticas destacam-se dois. Primeiro, a resolução de situações-problema, nas quais os alunos tinham de usar capacidades de pensamento crítico, principalmente de clarificação elementar e suporte básico, sobre questões da Ciência e da Tecnologia bem como das suas inter-relações com a sociedade. Segundo, a diversidade de actividades / estratégias de ensino / aprendizagem usadas, incluindo o questionamento (oral e escrito) orientado para um apelo a capacidades de pensamento crítico.

A evolução no sentido inovativo desejado do CTS/PC, quer nas suas concepções, quer nas suas práticas didáctico-pedagógicas, notada no fim dos dois anos do estudo, reflecte a mudança nas perspectivas das quatro professoras e concretizações dessas práticas, as quais começaram a focar mais a meta de preparar cidadãos cientificamente literados e menos a meta de preparar todos os seus alunos para o prosseguimento de estudos. Além disso, o PF permitiu-lhes a aquisição de uma linguagem comum para explicitarem as suas dúvidas, dificuldades e visões bem como para explicarem a mudança de concepções que iam desenvolvendo ao longo e sobre o estudo, à semelhança do que vem acontecendo em outros estudos similares, nomeadamente realizados em Portugal (Coelho, 1998).

Estas conclusões apontam, portanto, para um impacte positivo do programa de formação desenvolvido nesta investigação. Este configura-se, por isso, como uma proposta concreta para orientar professores de Ciências do Ensino Básico, em particular principiantes, a configurarem nas suas práticas as finalidades da educação CTS e do pensamento crítico de modo integrado. Além do desenvolvimento profissional, pessoal e social das professoras o PF constitui-se, pois, como um contributo para melhorar as aprendizagens dos alunos e a torná-las mais próximas daquilo que está preconizado nas orientações curriculares para o Ensino Básico.

## Referências Bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F., e Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.
- Acevedo-Díaz, J. A. (2001a). *Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS*. Boletín del Programa Ciência, Tecnología, Sociedad e Innovación, Junho. Organización de Estados Iberoamericanos. ([www.oei.es/ctsi15.htm](http://www.oei.es/ctsi15.htm))
- Acevedo-Díaz, J. A. (2001b). Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *Boletín del Programa Ciência, Tecnología, Sociedad e Innovación*, Julho. OEI. ([www.campus-oei.org/selectsi/acevedo5.htm](http://www.campus-oei.org/selectsi/acevedo5.htm))
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Romero, P., e Manassero-Mas, M. A. (2002). Sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Tarbiya*, 30, 5-27.

- Aikenhead, G. S., e Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: Views on Science-Technology-Society (VOSTS). *Science Education*, 76 (2), 447-491.
- Bueno, A. P. (1998). El análisis de las actividades de enseñanza como fundamento para los programas de formación de profesores. *Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 15, 15-28.
- Bybee, R. W., e DeBoer, G. E., (1994). Research on goals for the science curriculum. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan.
- Caamaño, A. e Martins, I. P. (2002). Repensar los modelos de innovación curricular, investigación didáctica y formación del profesorado para mejorar la enseñanza de las ciencias en las aulas desde una perspectiva CTS. Comunicação apresentada no II Seminário Ibérico sobre CTS en la Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidade de Valladolid.
- Canavarro, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a Ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Coelho, J. M. C. M. (1998). *Supervisão da prática pedagógico-didáctica em Ciências: Sua incidência na história e na epistemologia. O caso da "Origem da vida"*. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601.
- Iozzi, L. A. (1987). *Science-Technology-Society: Preparing for tomorrow's world. Teacher's guide. A multidisciplinary approach to problem-solving and critical thinking*. Longmont, CO: Sopris West.
- Krajcik, J. S. (1993). Learning Science by doing science. In R. E. Yager (Ed.), *What research says to the science teacher*. Volume seven. The science, technology, society movement. Washington, DC: NSTA.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), 916-929.
- Paixão, M. F. C. (1998). *Da construção do conhecimento didáctico na formação de professores de Ciências. Conservação da massa nas reacções químicas: Estudo de índole epistemológica* (Vol. I). Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- Porlán, R., Rivero, A., e Martín, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. In F. J. Perales, e P. Cañal (Dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Praia, J., e Cachapuz, A. (1994). Un análisis de las concepciones acerca del conocimiento científico de los profesores portugueses de enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 350-354.
- Raizen, S. A. (1994). Approachs to the science curricula for grades K-12. In S. J. Fitzsimmons, e L. C. Kerpelman (Eds.), *Teacher enhancement for elementary and secondary science and mathematics: Status, issues, and problems*. Washington, DC: NSF.
- Rubba, P. R., e Harkness, W. L. (1993). Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, 77 (4), 407-431.
- Rutherford, F. J. (1997). Project 2061: Promoting science and technology literacy. In E. W. Jenkins (Ed.), *Innovations in science and technology education* (Vol. VI). France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization — UNESCO.
- Shymansky, J. A. (1996). Transforming science education in ways that work: Science reform in the elementary school. In J. Rhoton, e P. Bowers (Eds.), *Issues in science education*. Arlington, VA: NSTA.
- Solbes, J., e Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81 (4), 377-386.
- Tal, R. T., Dori, Y. J., Keiny, S., e Zoller, U. (2001). Assessing conceptual change of teachers involved in STES education and curriculum development—the STEMS project approach. *International Journal of Science Education*, 23 (3), 247-262.
- Vieira, R. M. (2003). *Formação continuada de professores do 1º e 2º ciclos do ensino básico para uma educação em ciências com orientação CTS/PC*. Tese de doutoramento não publicada, Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- Vieira, R. M., e Martins, I. P. (2001). Concepções de professores principiantes do ensino básico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Poster apresentado no VI Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Barcelona, Espanha.
- Vieira, R. M., e Martins, I. P. (2002). Práticas de professores do ensino básico orientadas numa perspectiva

CTS—PC: Impacte de um programa de formação. Comunicação apresentada no *II Seminário Ibérico sobre CTS no Ensino das Ciências Experimentais*, Universidade de Valladolid.

Yager, R. E. (1993). Science and critical thinking. In J. H. Clarke e A. W. Biddle (Eds.), *Teaching critical thinking: Reports from across the curriculum*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.