

# Uma perspectiva histórica do Ensino das Ciências Experimentais

Élia Martins

Professora de Biologia, Esc. Sec. Anselmo de Andrade, Almada

Mestre em Ciências da Educação, Didáctica das Ciências

**O** ensino das ciências tem sofrido grandes alterações nas últimas décadas, como consequência da evolução do próprio conceito de ciência e de factores sócio-culturais, políticos e económicos. A História mostra-nos que cada época tem os seus valores preferenciais que contribuem para a caracterizar e, para a sua transmissão, a escola assumiu e assume um papel privilegiado (Carvalho, 1985) pois existe uma relação de interdependência entre a escola e a sociedade que lhe deu origem e que ela serve (Cortesão, 1982). Segundo Domingos (1984, p.21), “o sistema educativo é um reflexo da sociedade em que se insere e da prospecção no futuro das linhas mestras da sua evolução”.

**U**ma das intenções fundamentais dos novos currículos diz respeito à natureza do seu projecto pedagógico: imprimir uma nova orientação ao processo educativo, fazendo-o convergir para a formação integral dos alunos sendo, neste sentido, assinalado um papel nuclear ao desenvolvimento de atitudes e à consciencialização de valores e subordinando-se a aquisição de conhecimentos ao desenvolvimento de competências. Tal projecto não poderá deixar de reflectir-se na reformulação das metodologias de ensino-aprendizagem relativamente aos padrões tradicionais, apelando-se para a intensa participação de cada aluno na construção e avaliação das suas aprendizagens e para o incentivo da sua autonomia.

Hoje em dia a escola tem como papel principal ajudar os alunos na sua compreensão acerca do mundo e dos seus papéis presentes e futuros nesse mundo (Rooy, 1994). E, de facto, a melhor garantia que se pode ter de uma utilização responsável e ética da ciência é um público alfabetizado do ponto de vista científico. Para este objectivo, é nossa função, enquanto professores, aumentar as bases do conhecimento científico bem como facilitar o diálogo social, moral e ético respeitante à pesquisa e ao desenvolvimento do conhecimento científico (Armstrong e Weber, 1991).

É, também, função de todos os professores de ciência estimular a disposição dos alunos para a aprendizagem da ciência (Vasquez Alonso e Manassero Mas, 1995).

Muitas vezes operacionaliza-se o interesse do aluno para com a ciência através da sua motivação para o estudo, pelo agrado e disponibilidade que demonstra, pela pontualidade no cumprimento das tarefas que lhe são confiadas, pelo grau de atenção durante a aula, etc. Esta concepção é reduzida a um carácter bastante instrumental o que significa dizer que a atitude do aluno é concebida como um meio para alcançar bons resultados na sua aprendizagem das ciências. Mas pode-se também estimular a própria atitude dos alunos perante a ciência, perante a construção do conhecimento científico, perante a aplicação dos progressos científicos no mundo real. Esta, na

maior parte das vezes, é uma resposta emocional à maneira como o aluno entende a ciência (Koballa Jr. e Crawley, 1985).

**O desenvolvimento de uma atitude perante a ciência é considerado**, muitas vezes, como um objectivo periférico às finalidades cognitivas delineadas pelos professores. Embora muitos professores variem as suas metodologias de ensino para melhorar a motivação dos alunos para a aprendizagem, utilizando recursos variados, muitas vezes as lições diárias tendem a focar-se na memorização de factos, conceitos e princípios enquanto o desenvolvimento de atitudes para com a ciência é muitas vezes esquecido. O pressuposto que os alunos adquirem atitudes positivas para com a ciência ao aprender mais factos científicos não pode ser considerado válido.

Deste modo, será necessário planificar o desenvolvimento de atitudes positivas perante a ciência, num ensino que enfatiza competências e processos de pensamento científicos e atende à natureza da ciência mas também na sua perspectiva de interdependente da tecnologia e de factores sociais (CTS). São cenários reais que envolvem o uso de estratégias propiciadoras da consecução de importantes objectivos do ensino das ciências para preparação de futuras carreiras científicas mas, principalmente, para preparação do cidadão comum que se verá forçado a viver numa sociedade científica-tecnológica onde terá que pensar e agir de acordo com princípios científicos.

Também é importante ter em consideração a atitude do professor para com a ciência, a qual, sendo o reflexo da sua própria visão de ciência é reflectida na maneira como o professor ensina ciências. De facto, o futuro do ensino das ciências não assenta apenas no currículo mas também, e principalmente, no professor de ciências. Qualquer falha na planificação ou durante o ensino para o desenvolvimento de atitudes positivas perante a ciência pode resultar num currículo de ciências que não atinge o objectivo de preparar alunos que tomem as necessárias decisões sobre a ciência, as quais serão ditadas pela suas futuras necessidades.

Os professores devem desenvolver currículos e orquestrar experiências cujo objectivo será desenvolver nos alunos atitudes gerais, percepções, conceitos e capacidades, ou seja, competências científicas. Para tal, necessitam de treino específico para esse tipo de ensino, bem como partilhar impressões e conhecimentos com colegas. Mas, acima de tudo, necessitam de tempo para reflectir sobre a sua própria prática. Esta reflexão permitirá um aumento dos conhecimentos básicos sobre educação científica, permitindo desenvolver experiências mais eficazes no sentido de se alcançarem os objectivos do ensino das ciências (Baird, 1991). O professor deve empenhar-se numa contínua formação pedagógica, metodológica e científica. A reflexão do professor acerca das suas próprias ideias sobre a ciência e sobre como se produz o conhecimento científico influenciam as opções que faz a nível pedagógico.

**A tarefa dos professores das áreas científicas** é, hoje em dia, criar uma nova visão do ensino-aprendizagem da ciência que permita aos jovens acompanhar as mudanças sociais, o avanço das fronteiras da ciência e da tecnologia e o significado que estas têm para a vida, não só no momento presente, mas igualmente no futuro. A educação tem de se abrir para uma visão pluralista e mutável do mundo, uma visão que permita a cada um desenvolver a sua singularidade e integrar-se depois no conjunto social.

**A** aprendizagem tem de ser activa e permanente, em contraste com a aprendizagem passiva e a memorização de factos que caracterizou durante muito tempo o ensino tradicional da ciência. É necessário que os jovens encontrem relação entre as matérias científicas que estudam e os seus próprios problemas - tem de haver identificação com o objecto de estudo, de forma a preencher a lacuna entre o que se aprende na sala de aula e a vida 'lá fora'. Quando os alunos tratam de problemas reais estão a explorar as suas próprias vidas, o seu próprio futuro, porque são parte do problema assim como parte da solução. (Vieira, 1990).

**Durante bastante tempo, ensinar ciências** foi, de acordo com uma concepção empirista/indutivista, transmitir um corpo de conhecimento organizado enquanto património cultural que ajuda a compreender o mundo natural. O ensino era expositivo, retórico, apelando à simples memorização de factos e conceitos, numa inconsistência total com a própria natureza da ciência. A ciência, tal como era ensinada, era constituída por listas de nomes para decorar, por um conjunto de respostas rígidas a perguntas relacionadas com pequenos pormenores. Nestas aulas, o aluno tinha um comportamento passivo não intervindo no processo (Domingos, 1984). O conteúdo da educação científica não reflectia o estado actual da ciência, encontrando-se bastante atrasado. Não acompanhava a evolução do pensamento epistemológico e este desfasamento era grande em relação aos avanços da ciência e da filosofia da ciência, nomeadamente como foi apontado por Kuhn (1970).

Depois da Segunda Guerra Mundial seguiu-se um período de grande desenvolvimento tecnológico e forte industrialização, com grandes repercussões a todos os níveis da sociedade, incluindo os currículos escolares que rapidamente se tornaram obsoletos. Estes currículos não estavam adaptados aos alunos e não correspondiam às necessidades da sociedade. Também a surpreendente supremacia soviética no projecto de exploração espacial, com o lançamento da cápsula espacial Sputnik, aumentou o sentimento da absoluta necessidade de modificação do ensino das ciências.

Surge então um momento de crise que os cientistas procuram ultrapassar propondo uma necessária reformulação dos currículos escolares, com vista à formação de futuros cientistas. Nesta perspectiva, a tendência dominante no ensino das ciências passou a ser o desenvolvimento curricular com ênfase numa ciência pura cuja finalidade seria produzir mais cientistas para preencher as necessidades das sociedades em rápido desenvolvimento. A tónica dos vários projectos curriculares era o processo de 'inquérito': "pensar como um cientista" e "o gosto da ciência pela ciência".

Programas como as primeiras versões do Biological Science Curriculum Study (BSCS) surgiram nesta altura. Este movimento de transformação curricular concentrou-se na elaboração de materiais a fornecer aos alunos acerca do que é a ciência e dos grandes conceitos em que ela assenta. Para a biologia, isto significava acentuar-se que a ciência é um processo, uma maneira de conhecer o mundo. Significava a apresentação dos assuntos e teorias gerais que estão na base de toda a disciplina e significava, ainda, retirar-se importância à sistemática e à morfologia, bem como à actividade laboratorial rotineira de dissecar, observar, desenhar e decorar rótulos. Significava a introdução da genética, do comportamento, da fisiologia celular, da microbiologia, da evolução, da ecologia, por meios diferentes da lição tradicional. A importância dada à investigação científica reflectia-se na orientação dos materiais de ensino no sentido da pesquisa e a sua apresentação na sala de aula organizava-se em

redor de discussões e trabalhos de laboratório e de uma ampla variedade de actividades centradas no aluno em vez da anterior técnica expositiva (Domingos, 1984).

**A** essência do ensino da ciência segundo o BSCS consistia em mostrar algumas das conclusões a que a ciência chegou no contexto em que surgiram e foram verificadas. Pretendia-se ensinar ciências como um conjunto de processos investigativos como forma de estruturar o pensamento e a acção. Isto corresponde a dar a conhecer ao aluno os problemas levantados e as experiências realizadas, mostrar-lhe os dados obtidos e fazê-lo seguir a interpretação pela qual estes dados se transformam em conhecimentos científicos (Fonseca e Silva, 1978). Surge a concepção da descoberta na aula de ciências.

Segundo esta filosofia de ensino, considerava-se importante para o professor de biologia fomentar um tipo de ensino que conduzisse os alunos à aprendizagem dos processos de inquérito sem, no entanto, separá-los do 'produto' da ciência. Uma vez que o produto da ciência não deve ser considerado separadamente dos processos através dos quais a informação é alcançada, tornava-se importante desenvolver um tipo de aprendizagem onde o aluno, colocado no papel de um investigador, seguisse no seu trabalho os diferentes passos do inquérito científico (Rosenthal, 1986).

**Um aspecto negativo de toda esta revolução** foi um reducionismo científico da concepção de descoberta transmitindo aos alunos a convicção errónea do empirismo do trabalho do cientista: a ideia de que seguindo o 'método científico' obteriam, em situação de aula, resultados idênticos aos dos cientistas e que ser cientista é seguir cuidadosamente o 'método científico'. O trabalho laboratorial pode resultar no desenvolvimento de atitudes positivas e de interesse relativamente às ciências, pode revelar-se útil no desenvolvimento de capacidades científicas, na aprendizagem de aspectos da natureza da ciência, na aquisição de conhecimento científico e no desenvolvimento de atitudes, desde que correctamente utilizado. Segundo Hurd (1987), o trabalho de laboratório pode centrar-se em problemas individuais ou sociais de ciência e tecnologia, para os quais os alunos precisam de localizar, reunir e organizar informação e formar uma interpretação lógica para o seu significado. Nesta perspectiva de estudar os problemas nos quais os alunos têm um interesse pessoal, como a nutrição, medicamentos, crescimento da população humana, entre outros, os problemas laboratoriais concluem com uma proposta de acção sobre o que deveria ser feito para mudar, melhorar, corrigir ou alterar. No entanto, estudos vários referidos por Reis (1996) mostram que os professores de ciências continuam a utilizar o trabalho laboratorial essencialmente como um meio de promover a aquisição e a compreensão de conteúdos programáticos aprendidos previamente de forma expositiva, tal como já faziam os seus colegas no início do século.

Saliente-se, no entanto, que todo este movimento de reforma representa um grande avanço pois o aluno passou a assumir um papel mais activo na sala de aula. A própria ideia de ciência também passou de uma colecção de verdades absolutas para um conjunto de processos para adquirir conhecimentos.

**Actualmente pensa-se que o ensino das ciências** não se deve restringir aos conteúdos científicos ou aos processos para os adquirir, o que criaria, nos alunos, a concepção de que a ciência é apenas um corpo organizado

de conhecimentos. Para os alunos é importante aperceberem-se de que, por detrás dos conhecimentos, existe um processo dinâmico de construção, o qual é influenciado por vários factores (Ziman, 1984 e Silva, Silva, Passos, Morais e Neves, 1994).

Muito mais recente é a filosofia de ensinar ciências como uma actividade humana ligada à resolução de problemas da sociedade e à produção de objectos técnicos que abrem novas possibilidades ao homem (Vaz e Valente, 1996). É um ensino que enfatiza competências e processos de pensamento científicos e atende à natureza da ciência, na sua perspectiva de interdependente da tecnologia e dos factores sociais.

Propõem-se cenários que envolvem o uso de estratégias propiciadoras da consecução de importantes objectivos do ensino das ciências, quer no que respeita à preparação para futuras carreiras científicas, quer em relação à preparação do cidadão comum que se verá necessariamente forçado a viver numa sociedade científico-tecnológica onde será chamado a pensar e a agir cientificamente. A investigação laboratorial, o trabalho de equipa, o trabalho interdisciplinar dos temas e a ênfase na resolução de problemas reais, na procura, interpretação e análise reflexiva de informação são formas de facilitar a consecução de tais objectivos (Fonseca, 1996).

Segundo Vaz e Valente (1995), perspectivam-se várias vertentes para a educação em ciências:

- História da ciência ou histórias da ciência (em que o estudo do processo de construção das teorias científicas permite seguir uma lógica de raciocínio de aprofundamento teórico semelhante ao que ocorreu, na realidade, durante a construção do conhecimento científico; ou, ainda, o estudo das pressões sociológicas e psicológicas a que o cientista está sujeito e que pode mostrar as várias condicionantes a que a construção do conhecimento científico se sujeita, dentro e fora da comunidade científica);
- Objectos técnicos e sua relevância no dia-a-dia (em que o estudo das pressões que a tecnologia exerce sobre a ciência para que ambas evoluam no sentido de proporcionar meios técnicos cada vez melhores para a sociedade);
- Actividade laboratorial para reforçar a socialização nas práticas científicas (em que o aluno, em laboratório, simula as condições de trabalho laboratorial de um cientista, visando obter capacidades de investigação científica laboratorial);
- Cidadania e colocação de dilemas e problemas da humanidade para ajudar a estruturar o processo de tomada de decisões e compreender como os valores trespassam essas decisões, visando a alfabetização científica para todos (Vaz e Valente, 1995).

**Não há a melhor estratégia para ensinar ciências.** Esta deve ser seleccionada de acordo com as finalidades e objectivos delineados. Nenhuma delas poderá, por si só, ter sucesso com todos os alunos ou permitirá atingir, por si só, todas as metas. Existem diferentes formas de ensinar e diferentes formas de aprender, estando estas directamente relacionadas com os objectivos a atingir. A utilização exclusiva ou sistemática da mesma estratégia por parte do professor conduzirá a uma aprendizagem rotineira devendo, por isso, ser alcançado um equilíbrio de diferentes abordagens, potencialmente úteis nas aulas de ciências (Gama, 1991). É necessário dar importância, nas estratégias de ensino-aprendizagem, ao papel do aluno, ao papel do professor, às questões que dizem respeito ao currículo, ao ambiente da sala de aula, potencialmente motivador do ensino e da aprendizagem.

O inovador projecto BSCS propunha como estratégia preferida o processo de 'inquérito', mas dava-se ênfase a todas as estratégias que envolvessem um espírito investigativo e a todas as actividades de discussão.

**As estratégias de discussão são um meio para chegar** ao conhecimento em si; ao mesmo tempo permitem alcançar importantes objectivos do domínio afectivo (Solomon, 1990, 1991a). Para tal, é indispensável: uma definição prévia dos objectivos, um plano das actividades de discussão; uma avaliação contínua que permitirá sucessivas correcções à trajectória seguida para se alcançar a meta; chegar-se a uma conclusão final. A comunicação empática entre professor e aluno surgirá mais facilmente se o professor tiver uma atitude não directiva, fugindo a modelar e controlar o comportamento do aluno, mas auxiliando-o a conduzir-se como pessoa responsável, assumindo as consequências das suas próprias atitudes. Durante a discussão, perante a resposta ou a opinião do aluno, o professor deve tomar uma posição orientadora ou clarificadora, pela qual o vai orientar para as operações intelectuais desejadas. Uma discussão eficaz, isto é, que permita uma aprendizagem duradoura, depende da orientação da mesma (Solomon, 1991a). Recentemente, têm sido sugeridas aulas de discussão envolvendo assuntos actuais, os quais permitem estabelecer a ligação dos conteúdos científicos à realidade actual ao mesmo tempo que, ao participar na discussão, o aluno compreende como se pode agir em sociedade, desenvolvendo competências como, por exemplo, a argumentação em defesa de um ponto de vista (Aikenhead, 1994; Armstrong e Weber, 1991; Cherif e Somervill, 1995; Koballa Jr. e Crawley, 1985; Lusk e Weinberg, 1994; Lock, Miles e Hughes, 1995; Solomon, 1992).

**A exploração de filmes e diapositivos** também é uma estratégia muitas vezes utilizada pelos professores de ciências, consistindo o papel destes em orientar a discussão, envolvendo o aluno na actividade de aprendizagem. Nesta discussão, o professor terá de verificar se todos os alunos compreenderam as ideias básicas do filme, explorando ao máximo os vários aspectos. Existem vários tipos de filmes que podem ser utilizados pelo professor de ciências nas suas aulas: o filme didáctico, especialmente concebido para promover a aprendizagem, quer de um tema científico quer dos processos de investigação científica e o filme desenvolvido em torno de situações que suscitam uma abordagem científica. Este último apresenta a vantagem de tratar temas científicos relacionando-os com a vida diária, constituindo uma boa motivação para os conteúdos científicos embora o primeiro, centrado apenas num tema, facilite a aprendizagem de um conteúdo científico específico (Domingos, 1984).

**Os diapositivos**, recursos utilizados já anteriormente mas apenas com fins ilustrativos, surgiram também como potenciadores das actividades de discussão. Fomentam o diálogo, a confrontação de ideias, a participação, chegando-se, deste modo, ao conhecimento.

**Inquérito** refere-se a um método de discussão no qual o professor fornece aos alunos um número limitado de observações e dados de experiências, solicitando-lhes que interpretem os dados e raciocinem sobre o problema colocado. Cada exercício decorre sempre de acordo com uma certa sequência: a interpretação, a generalização e a conclusão. O problema é apresentado e posteriormente fornecido um conjunto de dados relacionados com esse problema. Os alunos são encorajados a discutir entre si enquanto o professor coordena a discussão, desenvolvem

uma sequência de raciocínios e procuram generalizar a partir dos dados disponíveis. O professor manterá a discussão dentro de limites relacionados com o tópico. O objectivo é dar aos alunos a oportunidade de discutir e argumentar. A estratégia de ensino implementada pelo modelo de ensino pelo inquérito implica o confronto intelectual com o que é desconhecido e inesperado, para se chegar à (re)descoberta do conhecimento científico (Gama, 1991).

Esta estratégia de ensino permite, ainda, a abordagem de textos relativos a investigações científicas, naquilo que é denominado 'inquérito do inquérito' (Domingos, 1984), onde os alunos investigam, analisam e inquiram um texto investigativo onde os cientistas relatam as experiências realizadas, as suas dificuldades, as conclusões, a hipótese, etc. Reside aqui o carácter investigativo desta actividade ao mesmo tempo que permite abarcar a evolução dos conceitos científicos, as limitações impostas à evolução científica em determinados períodos históricos, a evolução dos instrumentos e materiais científicos, a limitação da técnica à investigação de determinados problemas, a comunicação científica nos diferentes períodos históricos, isto é, permite atingir uma perspectiva histórica do conhecimento.

O inquérito pode surgir associado a outras estratégias de ensino-aprendizagem, nomeadamente as actividades de laboratório, o trabalho de campo, a consulta de documentos e pesquisa bibliográfica. O trabalho de pesquisa bibliográfica, anteriormente considerado trabalho do cientista ou do universitário, começou a ser exigido a todos os alunos, pois permite adquirir capacidades úteis a qualquer cidadão (Domingos, 1984). A maior parte do conhecimento pode encontrar-se por consulta bibliográfica em revistas, livros, jornais, dicionários e, mais recentemente, em enciclopédias electrónicas e na internet. Qualquer cidadão precisa de estar informado, não recebendo passivamente a informação que lhe é fornecida, mas antes sabendo analisar, discutir, descobrir discrepâncias, distinguir os factos das ideias, por em causa as fontes, tirar as suas conclusões, isto é, julgar por si numa forma de pensar crítica toda e qualquer informação recebida.

**C**omo o trabalho laboratorial era encarado como uma estratégia fulcral no ensino das ciências, todas as actividades, nomeadamente a discussão, iriam permitir auxiliar o trabalho laboratorial, preparando-o e completando-o. Deste modo, as estratégias laboratoriais não se limitam à execução de uma experiência mas, antes, envolvem o aluno em todos os passos do raciocínio científico, permitindo-lhe trabalhar como um cientista, vivendo e compreendendo os processos da ciência. Se o trabalho no laboratório é fulcral em ciência, não se deve esquecer que para a biologia o conceito de laboratório ultrapassa os limites das quatro paredes, estendendo-se para a Natureza onde há muito para investigar. As chamadas visitas de estudo pretendem alcançar um maior contacto entre a Escola e o meio, motivando os alunos para a aprendizagem e favorecendo uma boa relação professor-aluno. Entre estas visitas de estudo saliente-se as visitas a museus de ciência e indústria e museus de história natural que, segundo Chagas (1993), desenvolveram uma modalidade não formal de ensinar ciência que corre paralelamente ao ensino formal a cargo das escolas. Esta educação não formal processa-se fora da esfera escolar com o propósito de ensinar ciência a um público heterogéneo, desenvolvendo-se de acordo com os gostos do indivíduo, num clima especialmente concebido para se tornar agradável: são organizadas exposições, estimulando a participação, a interactividade, a manipulação dos objectos expostos.

**Devido à sua preparação especial, os professores de ciências** têm uma responsabilidade acrescida na formação integral dos alunos, necessária à sua futura participação activa enquanto cidadãos de uma sociedade científica e tecnologicamente desenvolvida.

### Referências bibliográficas

- Aikenhead, G. (1994). Critical thinking, decision making and constructivism in a new STS science course. In IOSTE. (coord.). Responsible change for the 21st century. (pp. 152-161). Netherlands: National Institute for Curriculum Development Enschede.
- Armstrong, K. & Weber, K. (1991). Genetic engineering - a lesson on bioethics for the classroom. The American Biology Teacher, 53(5), 294-297.
- Baird, J.R. (1991). Teachers in science education. In P. Fensham (Ed.). Development and dilemmas in science education. (pp. 55-72). London: The Falmer Press.
- Carvalho, R. (1985). História do Ensino em Portugal. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relação entre os museus de ciências e as escolas. Revista de Educação, 3 (1), 51-59.
- Cherif, A.H. & Somerville, C.H. (1995). Maximizing learning: using role playing in the classroom. The American Biology Teacher, 57 (1), 28-33.
- Cortesão, L. (1982). Escola, sociedade- que relação?. Porto: Edições Afrontamento.
- Domingos, A.M. (presentemente Morais) (1984). Social class, pedagogic practice and achievement in science: a study of secondary schools in Portugal. Tese de Doutoramento publicada em CORE: Collected Original Resources in Education, Londres.
- Fonseca, J. (1996). Educação científica em Portugal: situação, problema e programas de acção. Revista de Educação, VI(1), 121-125.
- Fonseca e Silva, J. (Coord.). (1978). Manual do professor de Biologia. 2ª edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Gama, J. (1991). Modelos de ensino. In M.T. Oliveira (Coord.). (1991). Didáctica da Biologia. (pp. 130-155). Lisboa: Universidade Aberta.
- Hurd, P.D. (1987). Ciência-Tecnologia-Sociedade: um novo contexto para o ensino da ciência no secundário. Revista CTS, 2, 50-51.
- Koballa Jr., T.R. & Crawley, F.E. (1985). The influence of attitude on science teaching and learning. School Science and Mathematics, 85 (3), 222-232.
- Kuhn, T.S. (1970). The structure of scientific revolutions. (2ª ed.). Chicago: The University Press.
- Lock, R., Miles, C. & Hughes, S. (1995). The influence of teaching on knowledge and attitudes in biotechnology and genetic engineering contexts: implication for teaching controversial issues and the public understanding of science. School Science Review, 76 (276), 47-59.
- Lusk, A.B. & Weinberg, A.S. (1994). Discussing controversial topics in the classroom: creating a context for learning. Teaching Sociology, 22, 301-308.
- Reis, P.R. (1996). O trabalho de laboratório na aprendizagem e avaliação em ciências. Noesis, 38, 48-50.
- Rosenthal, D.B. (1986). Biology education in a social and moral content. In R. Bybee (Ed.). Science, Technology, Society. (pp. 102-116). Washington D.C.: National Science Teacher Association.
- Rooy, W.V. (1994). Teaching science using controversial issues: some guidelines to enhance student learning and motivation. Australian Science Teacher Journal, 40(1), 24-27.
- Silva, C., Silva, P., Passos, P., Morais, A.M. & Neves, I.P. (1994). A fraude em ciência. Revista de Educação, IV (1/2), 171-175.
- Solomon, J. (1991). Group discussion in the classroom. School Science Review, 72 (261), 29-34.
- Solomon, J. (1992). The classroom discussion of science-based issues presented on television: knowledge, attitudes and values. International Journal of Science Education, 14(4), 431-444.
- Vásquez Alonso, A. & Manassera Mas, M.A. (1995). Actitudes relacionadas com la ciencia: una revision conceptual. Ensenanza de las Ciencias, 13 (3), 337-346.
- Vaz, M.E. & Valente, M.O. (1995). Atmosfera CTS nos curriculos e manuais. Noesis, 34, 22-27.
- Vieira, M.G.L.S.A. (1990). Biologia: investigação e ensino. Comunicação apresentada no 3º Encontro Regional de Lisboa e Zona Sul da Associação Portuguesa de Professores de Biologia e Geologia, Lisboa.

Ziman, J. (1984). An introduction to science studies: the philosophical and social aspects of science and technology. Cambridge: University Press.