

# TOMADA DE DECISÃO PARA AÇÃO SOCIAL RESPONSÁVEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS

*Wildson Luiz Pereira dos Santos\**

*Eduardo Fleury Mortimer\*\**

**Resumo:** O principal objetivo de currículos CTS é o letramento científico e tecnológico para que os alunos possam atuar como cidadãos, tomando decisões e agindo com responsabilidade social. No presente artigo discutiremos o significado dessa meta educacional e apresentaremos uma revisão da literatura sobre suas implicações para o ensino de ciências. As considerações apresentadas contribuem para uma melhor reflexão sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais do ensino médio, no que diz respeito ao objetivo de formação para a cidadania.

**Unitermos:** objetivos dos currículos CTS; cidadania; tomada de decisão; responsabilidade social; ensino de ciências

---

**Abstract:** *The main goal of the STS curriculum is to provide scientific and technological literacy for students so they can act as citizens and participate on decision making on the perspective of social responsibility. This paper discusses this educational goal and provides a review of the literature about its implications for science education. It also reflects on the National High School Curriculum related to the same objectives.*

**Keywords:** *goal of STS curriculum; citizenship; decision making; social responsibility; science education*

---

As propostas curriculares para o ensino de ciência na perspectiva ciência, tecnologia e sociedade (CTS) possuem como principal meta preparar os alunos para o exercício da cidadania. Na medida em que a recente reforma do ensino médio propõe princípios curriculares com tal objetivo, a análise da função dos currículos CTS contribui para uma reflexão crítica sobre o papel do ensino de ciências na implementação desse objetivo.

No presente artigo apresentamos as principais contribuições das pesquisas sobre currículos em CTS com relação ao seu objetivo central de formação da cidadania para uma ação social responsável. Para isso, discutimos o significado e as implicações educacionais desse objetivo e os resultados de pesquisas em torno da capacidade de tomada de decisão, que é um processo fundamental na formação da cidadania. A partir daí levantaremos implicações para o ensino de ciências, as quais vêm contribuir para o processo de reflexão sobre a recente proposta de reforma do ensino médio.

## Objetivos do ensino CTS

Os estudos de ciência, tecnologia e sociedade, como campo interdisciplinar, originaram-se dos movimentos sociais das décadas de 60 e 70, sobretudo devido às preocupações com as armas nucleares e químicas e ao agravamento dos problemas ambientais decorrentes

---

\* *Professor Assistente Doutor, Instituto de Química, Universidade de Brasília. Brasília, DF (e-mail: wildson@unb.br).*

\*\* *Professor Adjunto Doutor do Departamento de Metodologia e Técnicas de Ensino, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG (e-mail: mortimer@dedalus.lcc.ufmg.br).*

do desenvolvimento científico e tecnológico (Cutcliffe, 1990). Relacionados a esses movimentos, cresceram o interesse e o número de estudos sobre as conseqüências do uso da tecnologia e sobre os aspectos éticos do trabalho dos cientistas, como a sua participação em programas militares, a realização de experimentações na medicina, o desenvolvimento da biotecnologia. Esse conjunto de fatores possibilitou uma tomada de consciência, por parcelas cada vez mais amplas da população, em relação aos problemas ambientais, éticos e de qualidade de vida.

O movimento CTS surgiu, então, em contraposição ao pressuposto cientificista, que valorizava a ciência por si mesmo, depositando uma crença cega em seus resultados positivos. A ciência era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas conseqüências ou usos inadequados não eram de sua responsabilidade. A crítica a tais concepções levou a uma nova filosofia e sociologia da ciência que passou a reconhecer as limitações, responsabilidades e cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia (C&T) como processos sociais.

A ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. Portanto a atividade científica não diz respeito exclusivamente aos cientistas e possui fortes implicações para a sociedade. Sendo assim, ela precisa ter um controle social que, em uma perspectiva democrática, implica em envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre C&T.

Essa necessidade do controle público da ciência e da tecnologia contribuiu para uma mudança nos objetivos do ensino de ciências, que passou a dar ênfase na preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos no controle social da ciência. Esse processo teve início nos países europeus e da América do Norte e resultou no desenvolvimento de diversos projetos curriculares CTS destinados ao ensino médio.

O letramento<sup>1</sup> científico e tecnológico tornou-se, então, a principal meta do ensino de ciências, em contraste com os movimentos ocorridos nas décadas de 50 e 60, que eram centrados na preparação dos jovens para agirem na sociedade como cientistas ou optarem pela carreira científica. Nesse novo contexto, o letramento científico objetiva levar os alunos a compreenderem como C&T influenciam-se mutuamente; a tornarem-se capazes de usar o conhecimento científico e tecnológico na solução de seus problemas no dia-a-dia; e a tomarem decisões com responsabilidade social (Santos & Schnetzler, 1997 e 1998).

Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988), ao resumirem os objetivos dos currículos CTS, identificaram o desenvolvimento das seguintes habilidades e conhecimentos pelos estudantes:

*a auto-estima, comunicação escrita e oral, pensamento lógico e racional para solucionar problemas, tomada de decisão, aprendizado colaborativo/cooperativo, responsabilidade social, exercício da cidadania, flexibilidade cognitiva e interesse em atuar em questões sociais* ". (p.362) [grifos nossos]

<sup>1</sup> Empregamos o termo letramento ao invés de alfabetização, adotando a versão para o português da palavra da língua inglesa literacy, que vem sendo usada em Educação e nas Ciências Linguísticas com o significado de "estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita" (Soares, 1998, p.47). Nesse caso letramento científico e tecnológico seria a condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e tecnológica, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam tal linguagem.

Waks (1990) afirma que

*O propósito da educação CTS é promover o letramento em ciência e tecnologia, de maneira que se capacite o cidadão a participar no processo democrático de tomada de decisões e se promova a ação cidadã encaminhada à solução de problemas relacionados à tecnologia na sociedade industrial.* (p. 43) [grifos nossos]

Nesse sentido, Waks (1990) afirma que o letramento científico envolve a compreensão do impacto da ciência e da tecnologia na vida pública, que embora dependa de um conhecimento da ciência, não se reduz a isso. A preparação do aluno para tomar decisões, parte do processo de letramento científico, vem sendo denominada educação para a ação social responsável (Cross & Price, 1996 e 1999; Helms, 1998; Pedretti, 1997; Ramsey, 1993; Rubba, 1991; Waks, 1992, Zoller, 1993), que propõe desenvolver um senso de responsabilidade nos alunos para os problemas sociais e ambientais, tanto os atuais como os futuros. Em tal perspectiva, a ação social nos cursos CTS incorpora o mesmo ideal das propostas curriculares de educação ambiental (Jager & Van der Loo, 1990; Kortland, 1992; Ramsey, 1993; Rubba, 1991).

Rubba e Wiesenmayer (1988), por exemplo, ao discutirem os objetivos dos currículos CTS em relação à educação ambiental, identificaram como principal meta desses currículos a de “auxiliar o aluno a desenvolver conhecimentos, habilidades e qualidades afetivas necessárias para tomar decisões responsáveis sobre questões de CTS” (p.42).

Consideramos, portanto, que o principal objetivo dos cursos CTS é capacitar os alunos para a tomada de decisão e para uma ação social responsável, aspectos que discutiremos a seguir.

## Tomada de decisão

Segundo McConnell (1982), a

*tomada de decisão pública pelos cidadãos em uma democracia requer: uma atitude cuidadosa; habilidades de obtenção e uso de conhecimentos relevantes; consciência e compromisso com valores; e a capacidade de transformar atitudes, habilidades e valores em ação. Todos esses passos podem ser encorajados se uma perspectiva de tomada de decisão for incorporada ao processo educacional.* (p.13) [tradução nossa]

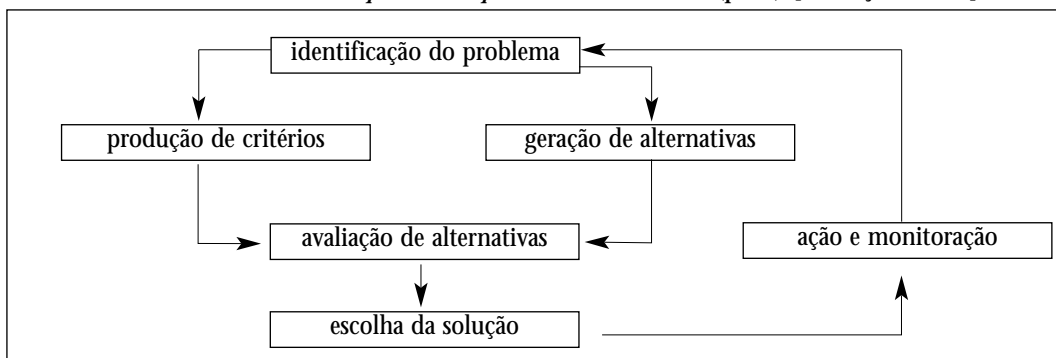


Figura 1 – Um modelo normativo do processo de tomada de decisão<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Extraído de Kortland, 1996, p.675. Tradução nossa.

A tomada de decisão nos currículos CTS é vista por muitos autores como um processo racional que envolve várias etapas. Como afirma Kortland (1996, p.675), tomada de decisão pode ser compreendida como a maneira racional de escolha entre meios alternativos de ação (relativas a questões pessoais ou públicas), os quais requerem um julgamento em termos de seus valores.

Nesse sentido, vários modelos normativos do processo de tomada de decisão foram desenvolvidos. Kortland sugere que as atividades de ensino para desenvolver a capacidade de tomada de decisão deveriam ser realizadas de forma a seguir todas as etapas do modelo que ele propõe (Figura 1). Ratcliffe (1997) usou um modelo de tomada de decisão (Quadro 1) para avaliar como crianças tomam decisões sobre questões sócio-científicas. Segundo ela, os alunos são incentivados a desenvolver a capacidade de tomada de decisão quando realizam ações relativas a todos os passos citados. O projeto holandês de educação ambiental – NME-VO (Jager & Van der Loo, 1990) – propõe uma série de atividades de ensino que são apresentadas de forma a refletir as etapas do processo de tomada de decisão (Figura 2). Já outros modelos envolvem etapas de análise de custos e benefícios (Heikkinen, 1987), como o modelo apresentado na Figura 3, de McConnell (1982), que ilustra como pode ser direcionada uma atividade de tomada de decisão.

**Quadro 1 – Sequência de passos para tomada de decisão<sup>3</sup>**

<b>Passos</b>	<b>Ações</b>
<b>Opções</b>	Lista ou identifica os possíveis procedimentos alternativos de ação em relação ao problema.
<b>Critérios</b>	Desenvolve ou identifica critérios adequados para comparar os procedimentos alternativos de ação. A natureza desses critérios deixa a discussão aberta.
<b>Informação</b>	Clarifica a informação conhecida sobre possíveis alternativas, com referência particular aos critérios identificados e a algum conhecimento científico ou evidência.
<b>Pesquisa</b>	Avalia as vantagens e desvantagens de cada alternativa em relação aos critérios identificados.
<b>Escolha</b>	Escolhe uma alternativa baseada na análise empreendida.
<b>Revisão</b>	Avalia o processo de tomada de decisão empreendido, identificando alguma possível melhora.

Já o modelo de tomada de decisão de Piel (1993) apresenta as etapas por meio de questões aos alunos, como:

1. Existe um problema mencionado ou inferido na situação?
2. Como ele tornou-se um problema?
3. Qual é a solução ideal e quais são os fatores que influenciam o modo de alcançar a solução?
4. Quais são as alternativas que partem das soluções potenciais que devem vir?
5. Quais são as ramificações das aplicações de alguma solução alternativa?

<sup>3</sup> Extraído de Ratcliffe, 1997, p.169. Tradução nossa

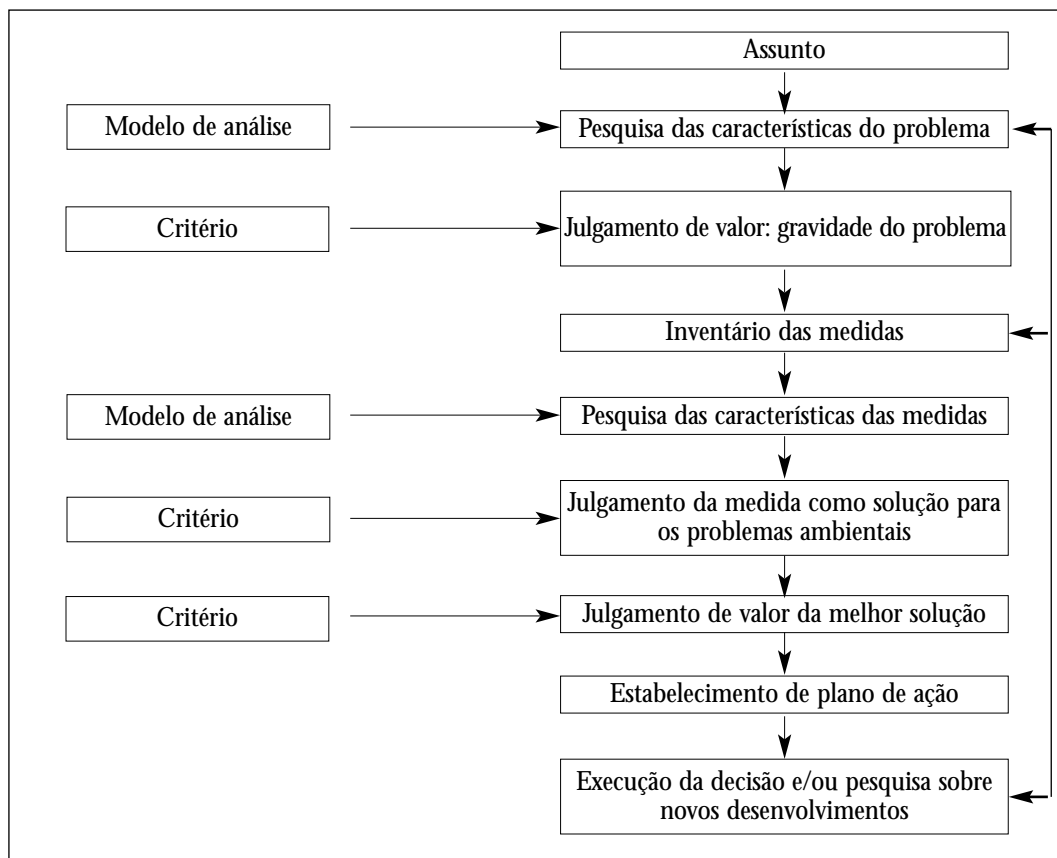


Figura 2 - Estrutura de tomada de decisão na unidade de ensino do projeto NME - VO<sup>4</sup>

Zoller (1993) apresenta um detalhamento maior dos processos de solução de um problema e de tomada de decisão. Segundo ele, os currículos deveriam ser estruturados de forma a propiciar condições para que os alunos desenvolvam os passos da tomada de decisão, os quais consistem em:

1. Reconhecimento da existência de um problema;
2. Compreensão da essência factual do conhecimento e conceitos envolvidos;
3. Apreciação do significado e sentido das soluções alternativas;
4. Processamento para solução do problema:
  - a) Seleção de dados e informações relevantes;
  - b) Análise dos dados pela sua racionalidade, confiabilidade e validade;
  - c) Avaliação da dependência das fontes de informações usada e seus graus de preconceito;
  - d) Planejamento de estratégias apropriadas para mais adiante negociar com os problemas;
5. Esclarecimento dos valores de cada um e estabelecimento de um julgamento de valor;

<sup>4</sup> Extraído de Jager e Van der Loo, 1990, p.36. Tradução nossa

6. Processamento para a tomada de decisão:  
 a) Escolhas racionais entre alternativas disponíveis ou geração de novas opções;  
 b) Tomada de decisão;
7. Ação de acordo com a decisão tomada;
8. Tomada de responsabilidade.

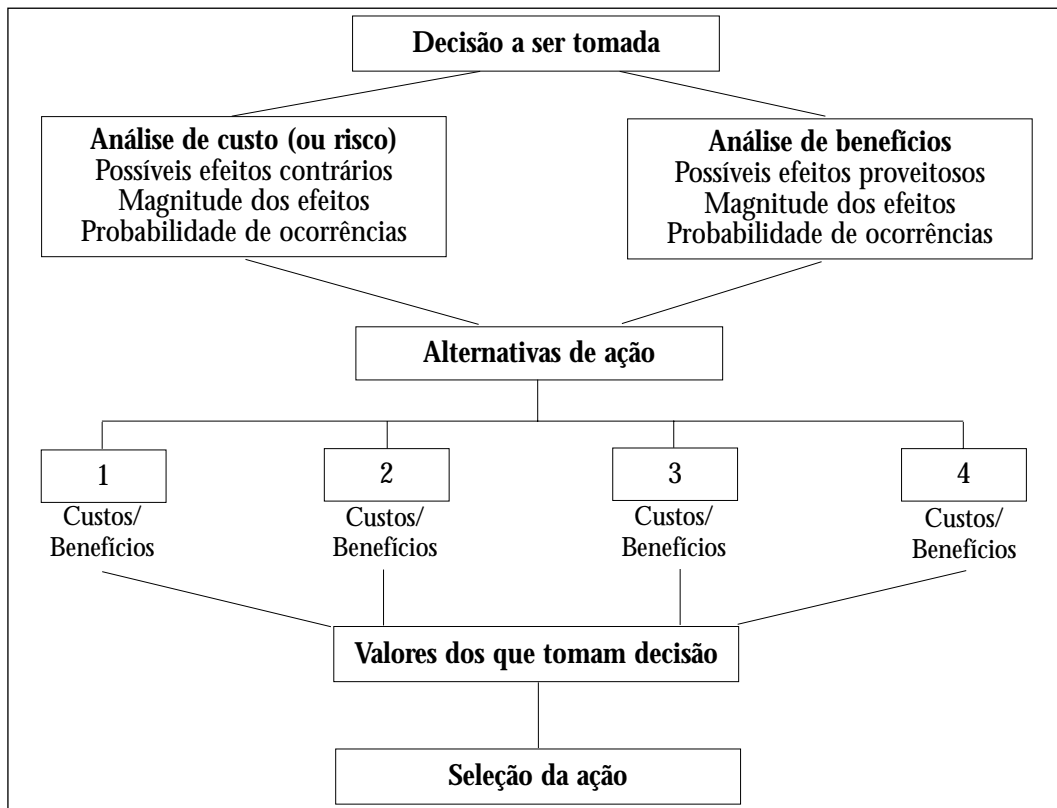


Figura 3 – Modelo de atividades para tomada de decisão<sup>5</sup>

Todos esses modelos evidenciam uma forma racionalista de encarar a tomada de decisão. Concebe-se que existe um modo particular de tomada de decisão, o qual o aluno deve aprender. Da mesma forma que não existe um único método científico, também não existe um único método de tomada de decisão, conforme se pode depreender da variedade de modelos apresentados acima. Além disso, há de se considerar a natureza complexa desse processo.

Segundo Habermas (1973), as decisões sobre as interações entre a ciência e tecnologia e a sociedade podem ser tomadas de acordo com os modelos tecnocráticos, decisionistas e pragmático-políticos. No modelo tecnocrático, a decisão política é tomada exclusivamente em função do referencial dos especialistas em ciências e em tecnologia. No modelo decisionista, os cidadãos determinam os fins, os meios e quais técnicos vão participar da decisão, mas essa é tomada pelo especialista, segundo os critérios estabelecidos. Já no modelo pragmático-político, há uma interação e negociação entre os especialistas e os cidadãos.

<sup>5</sup> Extraído de McConnell, 1982, p.21. Tradução nossa

De certa forma, os modelos apresentados parecem reproduzir os modelos tecnocráticos e decisionistas, no qual a decisão é tomada de forma racional, guiada objetivamente por aspectos técnicos que indicam o caminho da opção a seguir. Em uma perspectiva do modelo pragmático-político, a abordagem curricular para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão não poderia ser reduzida a seguir tais passos, uma vez que a decisão vai passar também pela discussão de aspectos valorativos, culturais e éticos.

A tomada de decisão em uma sociedade democrática pressupõe o debate público e a busca de uma solução que atenda ao interesse da maior parte da coletividade. Para isso o cidadão precisa desenvolver a capacidade de julgar a fim de poder participar do debate público. A faculdade de julgar relaciona-se a dois tipos de juízos, o *crítico* e o *político* (Canivez, 1991). O primeiro refere-se ao julgamento daquilo que é universal, como o julgamento das leis e dos princípios universais dos direitos humanos. O segundo refere-se ao julgamento para a tomada de decisão frente a uma situação particular.

No julgamento *crítico*, os critérios já estão estabelecidos e, portanto, para a sua realização só é necessário o conhecimento das leis e dos princípios éticos universais. No julgamento *político*, os critérios não se limitam aos estabelecidos universalmente. Trata-se de tomar decisões que se destinam a resolver problemas, adotando-se outros critérios além dos jurídicos e morais, pois tais critérios visam a ajustar os interesses particulares aos gerais. Nesse caso, a solução é dada pela discussão da pluralidade de idéias a respeito do encaminhamento da possível solução do problema.

Conforme discutem Santos e Schnetzler (1997), a educação para a cidadania não seria aquela que apresentaria já de pronto as soluções para os estudantes. Não se trata de fornecer a fórmula determinada da justiça, mas de apontar os critérios negativos do juízo, permitindo ao indivíduo que ele determine o que é inaceitável. A decisão, no entanto, é do indivíduo inserido no grupo. Como diz Canivez (1991),

*quando se trata de decidir, numa situação sempre particular, o que é justo, o educador não pode propor ou impor ao aluno um modelo definitivo, que este poderia se contentar em seguir. Não pode designar-lhe, a fortiori, o indivíduo, grupo ou partido que detêm a verdade política. Pode indicar precisamente quais são as decisões irracionais ou contrárias ao direito. Mas não pode substituir o "juízo comum" dos cidadãos, que se elabora no debate coletivo, por um modelo teórico da ação, cientificamente fundado. Porque tal modelo não existe. Disso resulta que a educação do juízo político é, fundamentalmente, uma educação para a discussão. (Canivez, 1991, p.116-7) [grifos nossos]*

Nesse sentido, o julgamento político que ocorre no processo de tomada de decisão não implica apenas na capacidade de expressar idéias e argumentar, mas na capacidade de avaliar as diferentes opiniões que surgem no debate e saber negociar a solução de interesse comum. Isso implica que muitos dos problemas presentes no contexto social do aluno envolvem não a escolha *entre*, mas a superação *de* alternativas dicotômicas por meio de sínteses dialéticas.

Deve-se considerar, ainda, que a resolução de um problema que se insere na vida do cidadão é diferente da solução dos problemas acadêmicos, geralmente abordados na escola. Para a solução de um problema escolar tem-se, desde o início, uma definição completa do mesmo e um resultado único é esperado. A solução é desenvolvida sob o foco disciplinar, usando-se muitas vezes algoritmos, e pode ser avaliada como certa ou errada. Já a tomada de decisão de

problemas concretos do cidadão é feita a partir de uma questão não completamente definida, cujo resultado pode encerrar alternativas múltiplas e cuja solução é tomada sob o foco multidisciplinar, por meio de discussões, sendo avaliada pela análise de custos/benefícios (Heikkinen, 1987). Ou seja, enquanto o problema escolar tem caráter bastante objetivo, a tomada de decisão em problemas reais tem caráter predominantemente subjetivo. Assim, não se pode querer que a tomada de decisão siga passos rígidos como na solução de questões acadêmicas.

### **Ação social responsável**

O desenvolvimento tecnológico tem ocorrido de maneira desordenada, sobretudo ao atender muito mais os interesses de mercado do que as reais necessidades humanas. O desenvolvimento científico e tecnológico tem exercido uma poderosa influência sobre o comportamento humano. Os hábitos de consumo, as relações humanas, o modo de vida, as relações de trabalho, as crenças e valores são cada vez mais resultantes de demandas do desenvolvimento tecnológico.

As decisões sobre C&T estão, normalmente, sob a responsabilidade de tecnocratas que detêm conhecimentos específicos e dados não acessíveis aos cidadãos. Em geral, eles trabalham a serviço de grandes grupos econômicos e podem omitir informações relevantes que seriam de interesse da população em geral. Esse sistema precisa ser questionado e uma nova forma de controle pela sociedade precisa ser estabelecida, de modo a serem criados mecanismos em que grupos de ativistas possam cada vez mais ter acesso às informações relevantes sobre as consequências do desenvolvimento tecnológico.

Dessa forma, dever-se-ia buscar um modelo de participação democrática em que os cidadãos tivessem um trabalho de controle sobre quem decide, podendo usar mecanismos de pressão para que a decisão política seja tomada levando em conta os seus interesses. Como afirma Vargas (1994), é necessário que haja um controle social da ciência e da tecnologia a fim de que elas atendam aos interesses da comunidade.

O letramento científico e tecnológico poderia ajudar a concretizar esse modelo democrático de sociedade ao levar os alunos a compreender a dinâmica de funcionamento da prática tecnológica, nos seus aspectos organizacional, cultural e técnico, de modo que eles se tornassem capazes de avaliar as suas implicações na sociedade (Fleming, 1989; Layton, 1988). Além disso, a preparação de cidadãos para o controle social da ciência e da tecnologia implica que haja uma educação de valores éticos para o compromisso com a sociedade. Essa proposta tem sido chamada de “educação para ação social responsável”.

Segundo Rubba (1991), o objetivo da educação para ação social responsável é preparar o cidadão para tomar decisões com consciência do seu papel na sociedade: o de indivíduo capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para toda a população. Isso incluiria conscientizar o cidadão quanto aos seus deveres na sociedade, sobretudo no que se refere ao compromisso de cooperação e co-responsabilidade social, na busca conjunta de solução para os problemas existentes (Santos & Schnetzler, 1997 e 1998).

Nessa perspectiva, a educação para a ação social responsável deveria levar os alunos a agir conforme a decisão tomada e a assumir a responsabilidade pela ação desenvolvida (Zoller, 1993). Waks (1992) comenta que a responsabilidade está associada a uma atitude de conduta de acordo com normas sociais e a uma tomada de consciência para problemas sociais. Ele considera, todavia, que uma pessoa torna-se responsável não meramente por concordar



com normas mas pela aceitação consciente da responsabilidade, desenvolvendo-a e assumindo-a. Uma pessoa torna-se agente responsável quando ela aceita o problema social como uma matéria de preocupação pessoal. Ou seja, a responsabilidade é atingida quando ela é livremente desenvolvida e aceita. Para Waks (1992),

*cidadãos responsáveis aceitam a responsabilidade em relação aos impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Eles a) procuram compreender como mudanças na ciência e na tecnologia estão afetando as pessoas na nossa sociedade, para ajudá-las ou para prejudicá-las; b) pensam ativamente sobre [tais mudanças] e decidem o que é correto e melhor para a sociedade; e c) comprometem-se a participar ativamente como indivíduos, tomando decisões pessoais e como membros da sociedade, trazendo seus valores para sustentar a tomada de decisão coletiva. (p.15)*

O ensino de ciências para ação social responsável implica, então, considerar aspectos relacionados aos valores e às questões éticas. Uma decisão responsável é caracterizada por uma explícita consciência dos valores que a orientou.

Além disso, deve-se considerar que a ciência não é uma atividade política e eticamente neutra. Como aponta Fourez (1995), todo discurso científico é ideológico. Assim, a tomada de decisão relativa à C&T tem um forte componente ideológico que necessita ser levado em consideração. Para se tomar uma decisão é fundamental que se entenda o contexto político e econômico em que se produz C&T (Aikenhead, 1985).

Considerando, ainda, a vinculação dos cursos de educação ambiental com o processo de tomada de decisão, podemos destacar a necessidade do desenvolvimento dos valores relativos à consciência ecológica, o que resulta em um compromisso com a educação para a cidadania planetária (Boff, 1998; Gutiérrez & Prado, 1999). Tal educação visaria a formação de valores e atitudes para o desenvolvimento sustentável, o que contrasta com os valores consumistas que imperam na sociedade atual.

### **Pesquisas relativas ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão**

Diversas pesquisas sobre tomada de decisão em ambientes escolares evidenciam a sua complexidade e demonstram a necessidade de uma melhor compreensão de tal processo (Aikenhead, 1985 e 1989; Piel, 1993; Ratcliffe, 1997; Solomon, 1988 e 1994). Vários autores apontam que para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão é fundamental que os estudantes discutam problemas da vida real. A abordagem de temas locais, vinculados à comunidade dos estudantes, torna a discussão mais próxima. Ao discutir questões relacionadas a sua vida, os alunos terão oportunidade de confrontar os diferentes valores da própria turma.

Ramsey (1993) defende que, para um tema propiciar uma discussão que gere um compromisso social, é importante que ele tenha um significado real para o aluno. Ele critica a adoção de temas vinculados ao conteúdo que fazem uma simulação de questões que estão distantes da vida dos estudantes. É a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos que os alunos se envolvem de forma significativa e assumem um compromisso social. Isso melhora a compreensão dos aspectos políticos, econômicos, sociais e éticos. Além disso, é dessa forma que os estudantes aprendem a usar conhecimentos científicos no mundo fora da escola.

Dados da pesquisa de Patronis, Potari e Spiliotopoulou (1999) mostram que estudantes são capazes de desenvolver argumentos e obter decisões quando eles encaram uma situação na qual estão realmente envolvidos. Solomon (1988) também cita trabalhos que evidenciam que o desenvolvimento do raciocínio moral na educação ambiental depende tanto do conhecimento das pessoas, como do seu interesse e preocupação com o assunto. Murphy e McCormick (1997), assim como Ramsey (1993), consideram que o tema, além de ter vinculação com a vida do aluno, deve ser de fato um dilema. Ou seja, deve possibilitar opiniões diferentes na discussão das várias alternativas de solução. Rubba (1991) pensa que os próprios estudantes deveriam escolher os temas. Ele constatou que os alunos adquirem mais facilmente habilidades para investigar assuntos quando eles as aplicam na discussão do próprio tema. São os temas vinculados à vida dos alunos que possibilitam a prática de habilidades básicas para a tomada de decisão (Rubba, 1991; Ramsey, 1993), como a realização de pesquisas em bibliotecas, o levantamento de dados e informações confiáveis em agências governamentais ou privadas, a aplicação de questionários e entrevistas para coletar dados da sua comunidade etc.

Com relação à mudança de atitudes e a tomada de decisão, diversas pesquisas buscam avaliar a mudança de atitudes dos alunos em questões ambientais. Gayford (1993) destaca a importância das atitudes na educação, mas aponta que freqüentemente elas são negligenciadas. Deve-se considerar, ainda, como afirmam Jager e Van der Loo (1990), que o ensino para mudanças de comportamento é um processo muito complexo.

Um dos complicadores está no fato de que, aparentemente, não há uma correspondência direta unilateral entre as atitudes desenvolvidas nos cursos CTS e a participação dos alunos em questões sociais na vida diária (Layton, 1994; Solomon, 1988 e 1994). Deve-se considerar que os indivíduos que atuam em assuntos ambientais, conforme constatou Rubba (1991), além de possuírem um conhecimento básico sobre essas questões e de terem habilidades mínimas para levantar dados, apresentam personalidade e atitudes características que os dispõem para a ação. O desenvolvimento dessa última característica transcende o trabalho educacional da escola.

Um outro questionamento pode ser extraído das conclusões de Kortland (1992), cujos dados de pesquisa evidenciaram que há uma discrepância entre atitude e intenção nas ações dos estudantes. Essa discrepância está relacionada ao fato de que as intenções são influenciadas não só pela atitude que o sujeito adota em relação ao seu comportamento, mas também pela percepção e aceitação de pontos de vista dos outros.

As pesquisas vêm apontando que diversos cursos de educação ambiental, ao explicitarem informações básicas sobre o problema ambiental e ao desenvolverem atividades de tomada de decisão, contribuem para que os alunos adquiram uma posição positiva sobre o assunto (Gayford, 1993; Kortland, 1996). Porém, Showers e Shrigley (1995), a partir da análise dos dados por eles levantados, refutaram a idéia clássica de muitos professores, de que atitudes podem ser desenvolvidas em sala de aula simplesmente pela apresentação de conteúdos científicos factuais, como radiação, fissão nuclear, poluição, evolução. Nesse sentido, Jager e Van der Loo (1990) demonstraram que não basta uma simples apresentação da questão ambiental. É essencial que os alunos tenham uma boa compreensão do problema ambiental e identifiquem as diferentes alternativas existentes.

Outros trabalhos analisaram o processo de tomada de decisão no ensino de ciências, desenvolvido por meio de discussões em sala de aula. Segundo Gayford (1993), tais atividades aumentam a motivação dos alunos e têm as funções de resolver problemas e possibilitar a tomada de decisão. Para Ratcliffe (1998), os objetivos das atividades de discussão de questões sócio-científicas podem incluir:

1. Relevância – encorajar as crianças para relacionarem suas experiências escolares de ciência com problemas reais e desenvolverem a ação social responsável (Ramsey, 1993);
2. Motivação (Gayford, 1993; Ramsden, 1992);
3. Comunicação – ajudar os alunos na comunicação oral, no saber ouvir as opiniões dos outros e na argumentação (Solomon, 1992a);
4. Análise – ajudar as crianças em habilidades de raciocínio (Kortland, 1992);
5. Compreensão – auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos (Solomon, 1984).

Em vários trabalhos Solomon discutiu os resultados da pesquisa em que analisou a discussão dos alunos em pequenos grupos sobre temas sócio-científicos, após a exposição de vídeo sobre o assunto (1990, 1992a, 1992b, 1993b). Dentre outras conclusões, ela cita que as análises de seus dados sugerem que:

1. As discussões em pequenos grupos foram importantes para a aquisição de informações básicas para a cidadania;
2. Os alunos incorporaram, sutilmente, conteúdos científicos à discussão do tema social;
3. O uso de conceitos científicos ajudou nas discussões, sendo um fator importante a ser considerado na letramento científico;
4. O fato de tomar parte em pequenos grupos de discussão sobre temas sociais pode ser uma experiência duradoura, uma vez que os professores relataram que, meses depois de sua realização, os alunos ainda se referiam a atividade desenvolvida;
5. As atividades de discussão de grupo são fundamentais para a formação dos alunos como cidadãos, pois eles tornaram-se mais conscientes de suas responsabilidades cívicas por estarem mais autoconfiantes na sua própria participação na questão, ao invés de confiarem em um perito;
6. A forma como as discussões foram conduzidas permitiram que os alunos construíssem a própria agenda dos debates, fato positivo, pois permitiu o desenvolvimento de habilidades estratégicas necessárias para o engajamento em uma discussão sem a ajuda de um adulto;
7. O intercâmbio de visões com outros colegas faz com que o âmago do problema social tornar-se evidente pois os outros, agindo como representantes da sociedade, acabam por refletir a realidade mais próxima do aluno;
8. A explicitação de valores é fundamental para que os estudantes possam começar a compreender não somente seus próprios valores, mas também os de outras pessoas que podem possuir opiniões diferentes mas igualmente válidas.

Ratcliffe (1997 e 1998) concluiu, a partir de suas pesquisas sobre processo de tomada de decisão, que os seguintes aspectos, entre outros, contribuem para ajudar no desenvolvimento em sala de aula dessa capacidade:

1. Compreensão da importância de buscar informações relevantes para a tomada de decisão;
2. Identificação explícita dos valores adotados para a tomada de decisão;
3. Reconhecimento de princípios científicos que fundamentam o tema em discussão;
4. Consideração e respeito à opinião dos outros;
5. Esclarecimento sobre os objetivos da atividade de tomada de decisão;
6. Incentivo e auxílio para que os alunos fundamentem os argumentos, explicitando a natureza e aceitabilidade das informações por eles usadas.

Diversos estudos têm demonstrado a importância da argumentação no processo de tomada de decisão, evidenciando a necessidade de ela ser melhor desenvolvida para propiciar uma boa capacidade de tomada de decisão. Patronis, Potari e Spiliotopoulou (1999) consideram a argumentação como um processo social, no qual indivíduos em cooperação tentam ajustar suas intenções e interpretações por uma apresentação verbal de uma razão para as suas ações. Para eles, esse processo é fundamental para uma formação mais crítica do cidadão.

Geddis (1991), assim como Solomon (1998), defende que estudantes precisam compreender as bases racionais de suas ações e para isso eles têm de trabalhar os seus próprios pontos de vista, por meio de questionamentos, até chegarem a uma posição consistente e aceitável, que possa ser defendida persuasivamente, levando em conta outros pontos de vista. Ele considera que o contexto pedagógico contribui para melhorar o discurso dos alunos e aponta a necessidade de mais estudos nessa área para explorar mais explicitamente tal influência do contexto pedagógico sobre a qualidade do discurso em questões controversas.

Mas Solomon (1998) também aponta que a lógica estrita das ciências simplesmente não funciona quando nós necessitamos considerar circunstâncias particulares afetando as pessoas. Nossas discussões permanecem racionais, mas empregaremos compreensão empática mais do que formas lógicas na discussão de possíveis soluções. Para ela, mais importante do que a lógica da argumentação é a utilização de uma discussão mais humanística, que compreenda a natureza humana e tenha compaixão pelos outros. Um método de discussão desse tipo é familiar para os nossos estudantes e ajuda-os a clarificar as suas posições e os seus valores. Em outro trabalho Solomon (1990) considera que, para a interpretação das discussões de grupos em sala de aula, é preciso estabelecer conexões entre o conhecimento dos estudantes e a construção de seus valores. A autora (1991 e 1992b) comenta trabalhos que evidenciam que muito pouco conhecimento formal derivado da escola é usado pelos estudantes na tomada de decisão em questões pessoais. Segundo ela, parece que estamos longe de conhecermos que atitudes dos estudantes são fortemente influenciadas por fatores extra-escolares.

Aikenhead (1988), por exemplo, apresenta dados sobre as concepções dos estudantes que mostram que a televisão tem mais influência sobre as crenças dos estudantes sobre ciências do que os cursos de ciências das escolas. Ele usou esses dados para levantar uma crítica ao ensino convencional de ciências que, ao ignorar o contexto social e tecnológico da mesma, contribuem para que os estudantes confiem mais na versão da mídia popular do que na ciência e no que os cientistas fazem. Outros estudos também mostram que as crianças possuem pouco conhecimento da natureza da ciência e outras informações científicas relativas às questões sociais (Eijkelhof & Kortland, 1988; Fleming, 1986; Ratcliffe, 1997).

Solomon (1984), assim como Lijnse (1990), mostra que mesmo quando o conteúdo do currículo escolar é apropriado, estudantes ainda parecem encontrar alguma dificuldade em passar do domínio do conhecimento do senso comum, caracterizado por interações sociais e pelo consenso, para o domínio do conhecimento científico formal, caracterizado pelo raciocínio lógico, quando vão discutir questões sociais. Somente alguns são bem sucedidos nisto, embora todos contribuam bem para as discussões a partir do seu próprio conhecimento informal e de seus sistemas de valores pessoais. Fleming (1986) também chegou à mesma conclusão com relação aos dois domínios do conhecimento, mostrando que os estudantes usam o seu conhecimento pessoal e rejeitam as informações científicas oferecidas quando vão propor soluções para questões sociais da ciência.

Nesse sentido, estudos sobre a natureza do conhecimento científico e suas relações com o conhecimento humano (Jenkins, no prelo) mostram que, em geral, a ciência com que

as pessoas lidam na vida real raramente é objetiva, coerente, bem delimitada e não-problemática. E que o conhecimento científico, longe de ser central para muitas das decisões sobre ações práticas, é irrelevante ou quando muito marginal em relação a essas decisões. Não existe uma relação direta entre conhecimento científico e resolução de problemas. Por exemplo, a maioria dos problemas que técnicos e engenheiros enfrentam, relativos a processos de transferência de calor ou isolamento térmico de ambientes, não são tratados a partir de um modelo cinético-molecular de calor, mas pelo uso de um modelo de calor como fluido, à semelhança da idéia de calórico. A existência de uma diversidade de modelos alternativos para os mesmos fenômenos, de um perfil conceitual (Driver *et al.* 1994; Mortimer, 1995 e 1998) para cada conceito científico, força-nos a reconhecer que a questão do uso de conceitos científicos na sociedade está longe de ser direta e não-problemática. Os conceitos cotidianos continuarão a ter um peso decisivo na maioria das decisões que tomamos no dia-a-dia, independente de nosso conhecimento de alternativas mais científicas, pois muitas vezes essas são inúteis para a solução desses problemas.

### **Implicações educacionais e considerações finais**

Ao se pensar em currículos de ciência com o objetivo de formação para a cidadania, é fundamental que seja levado em conta o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Não basta fornecer informações atualizadas sobre questões de ciência e tecnologia para que os alunos de fato se engajem ativamente em questões sociais. Como também não é suficiente ensinar ao aluno passos para uma tomada de decisão.

Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores.

Apesar de toda a complexidade relacionada a esse processo educativo, as pesquisas sobre tomada de decisão têm apontado importantes aspectos que auxiliam na estruturação de currículos de ciências. A adoção de temas envolvendo questões sociais relativas à C&T, que estejam diretamente vinculadas aos alunos, nos parece ser de primordial importância para auxiliar na formação de atitudes e valores. Para isso, parece ser essencial o desenvolvimento de atividades de ensino em que os alunos possam discutir diferentes pontos de vista sobre problemas reais, na busca da construção coletiva de possíveis alternativas de solução.

A informação científica sobre o tema envolvido é imprescindível, todavia ela não é suficiente se desejamos ir além da mera alfabetização de fatos científicos. O letramento científico e tecnológico necessário para os cidadãos é aquele que os prepara para uma mudança de atitude pessoal e para um questionamento sobre os rumos de nosso desenvolvimento científico e tecnológico.

Isso exige uma mudança de postura dos professores de ciências, no sentido de incorporar às suas aulas, discussões sobre temas sociais, envolvendo os aspectos ambientais, culturais, econômicos, políticos e éticos relativos à C&T; atividades de engajamento social dos alunos, por meio de ações concretas; e a discussão dos valores envolvidos.

Uma educação científica que se pretende neutra é ideologicamente tendenciosa. Ela, ao invés de preparar o cidadão para participar da sociedade, pode reforçar valores contrários ao ideal de democracia e de cidadania, ao não questioná-los. Nesse sentido, ao pensar em reformas curriculares, precisamos superar a posição ingênua de reduzir essa tarefa à inclusão de novos conceitos que expliquem melhor os princípios científicos relativos às

questões tecnológicas. Também não é suficiente mencionar as conseqüências do desenvolvimento científico e tecnológico, sem desenvolver uma consciência para a ação social responsável.

### Referências bibliográficas

- AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, v.69, n.4, p.453-75, 1985.
- \_\_\_\_\_. An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, v.25, n.8, p.607-29, 1988.
- \_\_\_\_\_. Decisions-making theories as tools for interpreting student behaviour during a scientific in-quiry simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, v.26, n.3, p.189-203, 1989.
- BOFF, L. *Nova era: a civilização planetária*, 3.ed. São Paulo: Ática, 1998.
- CANIVEZ, P. *Educar o cidadão?* Campinas: Papirus, 1991.
- CROSS, R. T.; PRICE, R. F. Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v.33, n.3, p.319-33, 1996.
- \_\_\_\_\_. The social responsibility of science and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, v.21, n.7, p.775-85, 1999.
- CUTCLIFFE, S. H. Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos / Leioa (Vizcaya): Univesidad del País Vasco, 1990. p.20-41.
- DRIVER, R., et al. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, v.23, n.7, p.5-12, 1994.
- EIJKELHOF, H. M. C.; KORTLAND, K. Broadening the aims of physics education. In: FENSHAM, P. J. (Ed.) *Development and dilemmas in science education*. Barcombe, UK: The Falmer Press, 1988. p.282-305.
- EIJKELHOF, H.; LUNSE, P. Experiences with research and development to improve STS: education on radioactivity and ionizing radiation. In: YAGER, R. E. (Ed.). *The Status of STS: reform efforts around the world*. International council of Associations for Science Education, Icase, Yearbook, 1992. p.47-55.
- FLEMING, R. Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part II: nonsocial cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, v.23, n.8, p.689-98, 1986.
- \_\_\_\_\_. Literacy for a technological age. *Science Education*, v.73, n.4, p.391-404, 1989.
- GAYFORD, C. Discussion-based group work related to environmental issues in science classes with 15-year-old pupils in England. *International Journal of Science Education*, v.15, n.5, p.521-9, 1993.
- GEDDIS, A. N. Improving the quality of science classroom discourse on controversial issues. *Science Education*, v.75, n.2, p.169-83, 1991.
- GUTIÉRREZ, F.; PRADO, C. *Ecopedagogia e cidadania planetária*. São Paulo: Cortez/ Instituto Paulo Freire, 1999.
- HABERMAS, J. *La science et la technique comme "idéologie"*. Paris: Gallimard, 1973.

- HEIKKINEM, H. Decision making in the science curriculum. *The Australian Science Teachers Journal*, v.33, n.2, p.52, 1987.
- HELMS, V. J. Science and ? in the community: context and goals in practical work. *International Journal of Science Education*, v.20, n.6, p.643-53, 1998.
- HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v.10, n.4, p.357-66, 1988.
- JAGER, H.; VAN DER LOO, F. Decision making in environmental education: notes from research in the Dutch NME-VO project. *Journal of Environmental Education*, v.22, n.1, p.33-42, 1990.
- JENKINS, E. Science for All: Time for a Paradigm Shift? In: LEACH, J.; MILLAR, R.; OSBORNE, J. (Eds.) *Improving Science Education: the contribution of research, a book in honour of Rosalind Driver*. Milton Keynes: Open University Press, no prelo.
- KORTLAND, K. Environmental education: sustainable development and decision-making. In: YAGER, R. E. (Ed.). *The Status of STS: reform efforts around the world*. Cidade: International council of Associations for Science Education, Icase, Yearbook, p.32-9, 1992.
- \_\_\_\_\_. An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, v.80, n.6, p.673-89, 1996.
- LAYTON, D. Revaluating the T in STS. *International Journal of Science Education*, v.10, n.4, p.367-78, 1988.
- \_\_\_\_\_. STS in the school curriculum: a movement overtaken by history? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p.32-44, 1994.
- LAYTON, D. *et al. Inarticulate Science: some perspectives on the public understanding of science and their implications for science education*. Driffield: Studies in Education, 1993.
- LJINSE, P. Energy between the life-world of pupils and the world of physics. *Science Education*, v.74, n.5, p.571-83, 1990.
- McCONNELL, M. C. Teaching about science, technology and society at the secondary school level in the United States: an education dilemma for the 1980s. *Studies in Science Education*, n.9, p.1-32, 1982.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, v.4, n.3, p.265-87, 1995.
- \_\_\_\_\_. Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, v.20, n.1, p.67-82, 1998.
- MURPHY, P.; McCORMICK, R. Problem solving in science and technology education. *Research in Science Education*, v.27, n.3, p.461-81, 1997.
- PATRONIS, T.; POTARI, D.; SPILIOTOPOULOU, V. Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, v.21, n.7, p.745-54, 1999.
- PEDRETTI, E. Septic tank crisis: a case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, v.19, n.10, p.1211-30, 1997.
- PIEL, E. J. Decision-making: a goal of STS. In: YAGER, R. E. (Ed.). *The science, technology, society movement*. Washington, DC: National Science Teachers Association, 1993. p.147-52.
- RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, v.77, n.2, p.235-58, 1993.

- RATCLIFFE, M. Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, v.19, n.2, p.167-82, 1997.
- \_\_\_\_\_. Discussing socio-scientific issues in science lessons: pupils' actions and the teacher's role. *School Science Review*, v.79, n.288, p.55-9, 1998.
- RUBBA, P. Integration STS into school science and teacher education: beyond awareness. *Theory into Practice*, v.30, n.4, p.303-15, 1991.
- RUBBA, P. A.; WIESENMYER, R. L. Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education. *Journal of environmental Education*, v.19, n.4, p.38-44, 1988.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora da Unijuí, 1997.
- \_\_\_\_\_. Ciência e educação para a cidadania. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. (Orgs.) *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998, p.255-70.
- SHOWERS, D. E.; SHRIGLEY, R. L. Effects of knowledge and persuasion on high-school students' attitudes toward nuclear power plants. *Journal of Research in Science Teaching*, v.32, n.1, p.29-43, 1995.
- SOARES, M. *Letramento: um tema em três gêneros*. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.
- SOLOMON, J. Prompts, cues and discrimination: the utilization of two separate knowledge system. *European Journal of Science Education*, v.6, n.3, p.277-84, 1984.
- \_\_\_\_\_. The dilemma of science, technology and society education. In: FENSHAM, P. J. (Ed.) *Development and dilemmas in science education*. Barcombe, UK: The Falmer Press, 1988. p.266-81.
- \_\_\_\_\_. The discussion of social issues in the science classroom. *Studies in Science Education*, v.18, p.105-26, 1990.
- \_\_\_\_\_. The dilemma of science, technology and society education. In: FENSHAM, P. J. (Ed.) *Development and dilemmas in science education*. Barcombe, UK: The Falmer Press, 1991. p.266-81.
- \_\_\_\_\_. The classroom discussion of science-based social issues presented on television: knowledge, attitudes and values. *International Journal of Science Education*, v.14, n.4, p.431-44, 1992a.
- \_\_\_\_\_. The classroom discussion of STS issues: public understanding of science in the making. In: YAGER, R. E. (Ed.). *The Status of STS: reform efforts around the world*. Cidade: International council of Associations for Science Education, Icase, Yearbook, 1992b. p.67-75.
- \_\_\_\_\_. *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press, 1993.
- \_\_\_\_\_. Toward a map of problems in STS research. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994. p.187-93.
- \_\_\_\_\_. About argument and discussion. *School Science Review*, v.80, n.291, p.57-62, 1998.
- VARGAS, M. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: Alfa Omega, 1994.
- WAKS, L. J. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos / Leioa (Vizcaya): Univesidad del País Vasco, 1990. p.42-75.



WAKS, L. J. The responsibility spiral: a curriculum framework for STS education. *Theory into Practice*, v.31, n.1, p.13-9, 1992.

ZOLLER, U. Decision-making in future science and technology curricula. *European Journal of Science Education*, v.4, n.1, p.11-7, 1982.

\_\_\_\_\_. Expanding the meaning of STS and the movement across the globe. In: YAGER, R. E. (Ed.). *The science, technology, society movement*. Washington, DC: National Science Teachers Association, 1993. p.125-134.

