

DEBATE

EDUCAÇÃO CTSA: OBSTÁCULOS E POSSIBILIDADES PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO NO CONTEXTO ESCOLAR

Elio Carlos Ricardo

Introdução

A sociedade se encontra, bem ou mal, cada vez mais dependente dos avanços científicos e tecnológicos e, se por um lado, a ciência e as máquinas estão à disposição para os mais variados fins, por outro, criam-se novas demandas de energia e matéria prima, e também o homem adquire novos hábitos de vida diária.

O mundo moderno é cada vez mais artificial, no sentido de intervenção humana, e há uma crescente necessidade por conhecimentos científicos e tecnológicos para a tomada de decisões comuns, individuais ou coletivas, ainda que nem sempre essa influência seja percebida claramente por todos. Os jovens, em particular, interagem constantemente com novos hábitos de consumo que são reflexos diretos da tecnologia atual. Paradoxalmente, não recebem na escola uma formação para a ciência e a tecnologia que vá além da informação e de relações meramente ilustrativas ou motivacionais entre esses campos de saberes. Mesmo quando há inovações, que buscam aproximar os alunos do funcionamento das coisas e das questões tecnológicas, ainda ficam ausentes outras dimensões do mundo artificial e da compreensão da sua relação

com a vida diária.

Na esteira dessas preocupações surgem pesquisas e trabalhos que podem se enquadrar no que se chama usualmente de Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). No entanto, há ainda um caminho a ser percorrido na esfera do aprofundamento didático para que tais propostas estejam presentes na sala de aula em condições normais de prática educacional e não em períodos de exceção, quando ocorrem.

O presente trabalho busca explorar algumas dessas questões que se constituem em verdadeiros obstáculos para a implementação da Educação CTSA no contexto escolar e pretende, com isso, encaminhar algumas alternativas para diminuir as dificuldades e a distância entre as propostas e a prática. O ponto de partida é a compreensão do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) em sua dimensão sociológica e os conseqüentes riscos da sua transposição para a educação formal. Isso implica, entre outras coisas, uma nova ênfase curricular e a escolha de saberes que serão transformados em conteúdos disciplinares. Outros temas em questão são os distintos *status* atribuídos a cada pólo que a sigla designa (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), apontados como obstáculo metodológico,

bem como a pertinência de ampliar as entidades conceituais sem necessidade. Finalmente, sugere-se que a ciência e a tecnologia sejam assumidas como referências dos saberes escolares e a sociedade e o ambiente sejam tratados como o cenário de aprendizagem, do qual os problemas e questões sociais significativas surgiriam como temas a serem investigados com o suporte dos saberes científicos e tecnológicos.

1. O Movimento CTS

As origens do movimento CTS já foram discutidas, com diferentes ênfases, por Fourez (1995), Santos e Mortimer (2000) e Cruz e Zylbersztajn (2001). Entretanto, vale destacar aqui que se trata de um movimento no sentido sociológico do termo, como ressalta Fourez. Ou seja, refere-se a uma conjunção de opiniões com algumas características comuns e que correspondem a mudanças que ocorrem na sociedade, que passam a questionar as relações entre as instituições que a sigla designa. Assim, podem-se distinguir inicialmente duas correntes de pensamento: a tradição segundo a qual os saberes da ciência e da tecnologia levam a humanidade a um futuro melhor; e uma outra corrente para a qual a ciência e a tecnologia não teriam um fim em si mesmas, mas estariam orientadas para a ação a partir de uma análise da sociedade em seus componentes históricos, sociais, políticos e econômicos.

A primeira, conforme Fourez, configura um risco social, pois “se admite cada vez mais que sem cultura científica e tecnológica os sistemas democráticos se tornam cada vez mais vulneráveis à tecnocracia” (1997, p.23). Nesse caso, as

decisões ficariam nas mãos de (supostos) técnicos, os quais atuariam (supostamente) de forma “neutra” e “apolítica”, já que se apóiam unicamente em aspectos científicos e técnicos, excluindo as negociações relativas às decisões tomadas e que têm efeitos sobre a sociedade. A segunda corrente pretende mostrar o oposto, ou seja, não é certo que a ciência e a tecnologia seriam suficientes para decidir, embora seus saberes possam, e talvez devam, ser considerados, mas sem a falsa perspectiva de estarem livres de valores. Lacey (1998), por exemplo, salienta que no momento presente a ciência moderna serve a determinados valores, mais especificamente ao neoliberalismo, e não a outros, e coloca em questão se tal ciência poderia servir a valores alternativos.

Nesse sentido, o movimento CTS se insere em um contexto bem mais amplo que a escola. Mesmo a designação Educação CTSA ainda comporta elementos que transcendem a educação formal, isto é, aquela que se dá em uma relação didática, em um espaço e um tempo definidos pela escola. Veja-se, por exemplo, o papel da mídia na tomada de decisões de ordem política que envolve os mais variados temas e exerce forte influência na opinião pública. Acrescente-se a isso um paradoxo: ao mesmo tempo em que as disciplinas científicas parecem não ter uma boa aceitação entre os alunos, a ciência desfruta de grande prestígio na sociedade, o que leva a supor que tal efeito não é produzido pela escola, pois esta não é a única fonte promotora de uma cultura científica¹.

As diversas formas de comunicação a

¹ Vogt e Polino (2003) apresentam dados interessantes a esse respeito.

respeito da ciência e da tecnologia contribuem para a construção de uma percepção pública da ciência e isso não ocorre somente com os alunos, mas também com os professores, uma vez que todos estão suscetíveis a criar suas representações sociais acerca do empreendimento científico e tecnológico. Tais representações interferem nas escolhas didáticas e a relevância social da ciência e da tecnologia supostamente justificaria o ensino destas na escola com uma finalidade em si mesma, como se fosse óbvia e natural, o que é discutível. Os meios não formais de divulgação e educação científica e tecnológica assumem, de certo modo, um vazio deixado pela escola, que é o de dar acesso aos avanços dessas áreas de saberes às pessoas, uma vez que estas vivenciam em seu cotidiano² a tomada de decisões e debates atuais que envolvem aspectos científicos e tecnológicos. Poder-se-ia dizer que há uma demanda subjacente por uma alfabetização científica e tecnológica³.

Entretanto, as discussões precedentes podem indicar um primeiro obstáculo para a implementação da Educação CTSA na escola, a saber, a transposição de objetivos e expectativas de um movimento social para a sala de aula. Há pelo menos dois riscos imediatos: o primeiro consiste em transpor a metáfora, os termos, ou apenas a sigla CTS ou CTSA, esquecendo-se de suas origens e negligenciando algumas de suas características, que podem não se operacionalizar em novos contextos. O segundo risco é que essa transferência possa ser contaminada pelas

representações do campo de chegada e, igualmente, levar a ilusões conceituais e operacionais. Tardif (2002) e Perrenoud (2002) mostraram bastante bem a influência das representações nas práticas docentes, as quais assumem muitas vezes *status* de verdade e se transformam em obstáculos a mudanças.

Assumindo-se como princípio que uma Educação CTSA implica uma mudança de ênfase curricular e se destina a outra formação, conforme será discutido mais adiante, os obstáculos acima ganham proporções ainda maiores, uma vez que se exige uma reorientação nos saberes ensinados e nas práticas docentes. Em relação a essas últimas, observa-se freqüentemente que os professores têm certa dificuldade em abstrair suas experiências e os saberes práticos produzidos são discursivos e refletem “muito mais consciência no trabalho do que consciência sobre o trabalho” (Tardif, 2002, p.110). Ou seja, estão impregnados da história de vida dos professores, com características individuais e sociais, e, por não apresentarem um caráter analítico, não são reflexivos. Ao mesmo tempo, tais saberes práticos tornam-se parâmetros para escolhas didáticas⁴, cujas ações acabam tendo relativa validação na atividade diária, pois de certa forma o professor sobrevive em seu meio profissional. Podem surgir questionamentos por parte dos docentes, freqüentemente pessoais, em relação a suas práticas a partir da sensibilidade adquirida ao longo do exercício profissional, mas sem instrumentos de análise pertinentes não serão suficientes para mudanças substanciais. Vale

² Cotidiano aqui é entendido para além da proximidade física. Inclui, por exemplo, os meios de comunicação.

³ Metáfora utilizada aqui no sentido atribuído por Fourez (1997).

⁴ Didática, no presente trabalho, é entendida em suas dimensões epistemológicas, psicológicas e praxiológicas.

destacar, no entanto, que a estrutura escolar atual obriga, tanto os professores como os alunos, a rotinizar suas ações, conforme ressalta Perrenoud (1999).

Em relação aos saberes a ensinar em uma perspectiva de Educação CTSA, as questões que se colocam não são menos complexas. O que ensinar? A ponte entre os saberes presentes nos programas escolares e os objetivos de formação impostos por essa nova orientação curricular não é simples de fazer. Dito de outro modo: quais saberes oriundos da ciência, da tecnologia, da sociedade, do ambiente seriam transpostos, e como o seriam, para a sala de aula?

Os saberes ensinados passam por um processo de didatização e sofrem, por conseguinte, transformações e são exilados de suas origens e deslocados de seu contexto histórico. Chevallard (1991) já evidenciou algumas transformações por que passam os saberes de referência até chegarem à sala de aula, o que ele chama de transposição didática⁵. Trata-se de uma denúncia, no sentido de que os saberes ensinados não são os mesmos daqueles das instâncias produtoras dos saberes e, portanto, não desfrutam das mesmas legitimações e justificativas epistemológicas e culturais⁶. Um outro obstáculo se impõe, o qual pode ser expresso na forma de pergunta: quais saberes devem/podem ser transpostos ou transferidos para a sala de aula em uma Educação CTSA? A compreensão dos objetos de estudo envolvidos pode indicar caminhos.

2. Ciência e Tecnologia

A Educação CTSA transposta para o contexto escolar implica novas referências de saberes e práticas. Historicamente as disciplinas científicas do currículo escolar (biologia, física, química) estariam mais propensas a integrar os objetivos formadores desse movimento. Todavia, seus programas preservam conteúdos oriundos unicamente, ou predominantemente, da ciência correspondente. Assim, os saberes da física escolar provêm da ciência física e assim por diante⁷. É verdade que existem iniciativas para articular mais de uma área, mas ainda se encontram em estágios rudimentares.

Quando se pensa em Educação CTSA na escola, uma via natural é integrar a tecnologia aos programas e conteúdos, uma vez que aparentemente sua justificativa é facilitada. Ao ser questionado pelos alunos a respeito do porquê se aprender física, é comum se fazer referência ao mundo tecnológico atual. No entanto, é permitido duvidar que a ciência ensinada na escola tenha alguma relação substancial com tal mundo, para além de ilustração ou motivação.

Uma nova questão aparece: na Educação CTSA, a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente são entendidos como instâncias produtoras de saberes, os quais poderiam/deveriam ser transpostos para a educação formal? Ou a ciência e a tecnologia seriam referências dos saberes escolares e a sociedade e o ambiente seriam fontes de temas ou problemas

⁵ A origem desse termo é atribuída a Michel Verret (Chevallard, 1991).

⁶ Objeções à adequação do modelo teórico de Chevallard para outras disciplinas escolares, além da matemática, encontram-se em Michel Caillot (1996).

⁷ Chevallard (1991) já mostrou que essa relação não é de superposição, pois a física escolar seria um novo saber, uma variante local do texto do saber ditatizado. Críticas à visão predominantemente sociológica de Yves Chevallard a esse respeito podem ser encontradas em Ricardo (2005).

relacionados com aquelas? Respostas para tais perguntas não são tão simples como possam parecer e isso representa mais um obstáculo para a implementação da Educação CTSA na escola. Para evidenciar isso, vale ressaltar que nem mesmo o *status* atribuído à ciência e à tecnologia é equivalente.

É comum atribuir à tecnologia um *status* inferior em relação às ciências, como se aquela fosse apenas uma aplicação destas. Fourez (2003), chama a atenção para esse fato ao afirmar que reduzir a tecnologia a uma ciência aplicada é uma ideologia dominante em nossa sociedade. Ressalta ainda que as implicações sociais, econômicas e culturais são desconsideradas na construção da tecnologia quando entendida dessa maneira. Seria como se a tecnologia se seguisse automaticamente depois de elaborados e compreendidos os modelos e teorias científicas. Essa simplificação poderia levar a um enfraquecimento do estudo crítico da tecnologia, assumindo-se a utilidade e a aplicabilidade como boas por si mesmas. Em uma pesquisa realizada com professores de biologia, física, matemática e química do ensino médio, Ricardo *et al.* (2007) mostraram que há uma compreensão simplificada da tecnologia como objeto de ensino, reduzindo-se ao mero uso de recursos audiovisuais e instrucionais, computadores ou notícias a respeito de aplicações da ciência. Caillot (1996), ao estudar as diferentes concepções de currículo orientado por competências, para as disciplinas de física e química na França, aponta que há um tratamento distinto da tecnologia por estas disciplinas, as quais historicamente são entendidas como próximas.

Uma primeira hipótese para tal distinção é “o lugar diferente que ocupam a física e a química na esfera dos saberes e das práticas sociais” (Caillot, 1996, p.30). A física, segundo Caillot, teria como objetivo principal o ensino de uma cultura científica, enquanto que a química concilia melhor a ciência e a tecnologia. Para o autor, é possível distinguir duas razões para tais abordagens: a primeira é de ordem epistemológica. Ou seja, o ensino da física tem como referência as práticas do físico, voltadas para a *epistême*, e coloca a pesquisa científica no centro da produção do saber físico. Desse modo, a tecnologia não teria o mesmo *status* que a física e não seria considerada como uma referência dos conteúdos escolares. A química está mais voltada para a *technê* e considera tanto a pesquisa científica como a tecnológica como fontes de produção de saberes e possíveis referências dos saberes a ensinar. A segunda razão é de ordem econômica. A ciência química tem uma indústria química correspondente, a qual pode influenciar a elaboração dos programas de formação dos químicos e fazer incorporar as concepções do mundo do trabalho, com implicações no ensino da química. Isso não ocorre com a mesma intensidade na formação do físico.

Se entre disciplinas mais próximas do ponto de vista epistemológico as concepções entre a ciência e a tecnologia são distintas, é razoável supor que entre as demais as diferenças tendem a aumentar. Nesse sentido, torna-se pertinente discutir a tecnologia sob uma perspectiva epistemológica, a fim de proporcionar um melhor entendimento dos objetos da tecnologia e da origem dos seus saberes para que estes também possam ser tomados como um saber de referência.

Todavia, ainda que alguns filósofos contemporâneos (Bunge, 1985; Cupani, 2004; Simon, 2004) defendam uma identidade própria para a tecnologia, não se pode esperar uma distinção clara das classes de objetos da ciência e da tecnologia, pois existem intersecções difíceis de serem eliminadas e que se tornaram mais complexas com os avanços científicos e tecnológicos. No entanto, isso não exclui a necessidade de uma epistemologia peculiar aos objetos tecnológicos, uma vez que sua abordagem como tema filosófico é ainda incipiente se comparada, por exemplo, à ciência. Mesmo uma definição para a tecnologia, ou uma diferença entre técnica e tecnologia, não parece simples, conforme alerta Utges (1996)⁸. Nessa mesma direção, Cupani (2004) destaca que há diferentes estilos de pensamento envolvidos nesse empreendimento filosófico. Engenheiros, físicos e humanistas, por exemplo, terão representações diferentes acerca da tecnologia.

Para os propósitos deste artigo, pode-se considerar que a técnica designa atividades artesanais que recorrem a saberes vulgares e/ou pré-científicos e à tecnologia caberiam as atividades relacionadas às práticas industriais e/ou que se servem dos saberes científicos. Técnica e tecnologia não precisam ser necessariamente coisas artificiais, podem ser estados ou mudanças artificiais também. Ambas concebem um artefato e buscam meios para produzi-lo, supondo conhecimentos e saberes já disponíveis ou novos e têm algum valor social (Cupani, 2004). A tecnologia envolve, além da

planificação e da realização de determinado artefato, ajustes, manutenção, testes e monitoramentos à luz dos saberes científicos. Para Bunge (1985) e Simon (2004), trata-se do estudo científico do artificial, em contraste com o empreendimento científico que se ocupa do estudo das coisas naturais.

Foi a partir do Renascimento, com a ascensão das ciências exatas, que passou a haver uma aproximação entre estas e a técnica, buscando-se o domínio da existência humana, o que não implica somente o domínio da natureza, mas também do homem sobre os outros homens. Além disso, a vida do homem moderno não coincide mais com suas necessidades orgânicas. Veja-se, por exemplo, o sucesso de vendas de artefatos supérfluos! Assim, a tecnocracia, da qual se falou anteriormente, pode ser derivada da concepção de que a tecnologia é a prática racional por excelência. Desse modo, a racionalidade como instrumento de crítica seria mitigada ou até neutralizada. Talvez, um ponto de partida para distinguir a ciência e a tecnologia seja a intencionalidade que orienta suas atividades. A tecnologia está associada à utilidade e à funcionalidade, enquanto que as pretensões das ciências são menos imediatas. Uma alternativa seria entender a ciência aplicada como uma ponte entre a ciência básica e a tecnologia, pois os resultados da ciência aplicada, embora tenham uma utilização direta na tecnologia, são saberes e não artefatos.

3. Obstáculos Metodológicos

Foi dito anteriormente que a Educação CTSA implica uma nova ênfase curricular e se refere a uma outra

⁸ Maiores discussões a esse respeito podem ser encontradas em Ricardo *et al.* (2007).

formação, distinta da atual. Assim sendo, haverá necessidade de uma reorientação tanto nos saberes a ensinar como nas estratégias metodológicas adotadas. Mas, ainda terá lugar uma concepção educacional que apoiará tais escolhas e práticas. Nesse caso, o par metodologia – conteúdo não poderá ser pensado separadamente, nem mesmo como uma relação subordinada, ou seja, escolhidos os conteúdos, o passo seguinte seria escolher as metodologias. Pode ocorrer o contrário, uma opção metodológica levaria a diferentes conteúdos. A própria metodologia pode ser entendida como um conteúdo, conforme se verá na seqüência.

Quando se depara com desafios como esses propostos pela Educação CTSA, as questões que se mostram imediatamente são: o que ensinar? Como ensinar? Quando ensinar? Para elaborar alguma resposta a essas questões, é preciso inicialmente retomar o problema apontado anteriormente, a saber, a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente teriam o mesmo *status* como referência dos saberes escolares? Diante do estado atual das pesquisas em ensino de ciências que envolvem, de uma maneira ou de outra, a Educação CTSA, poder-se-ia adotar como ponto de partida que os saberes da ciência e da tecnologia seriam referências dos saberes escolares e a sociedade e o ambiente assumiriam o papel de cenário de aprendizagem, a partir do qual surgiriam problemas e/ou temas a serem investigados e no qual seriam aplicados os conhecimentos científicos e tecnológicos apreendidos, a fim de buscar uma solução, uma tomada de decisão ou um juízo de valor.

A idéia de contextualização, tão enfatizada nos Parâmetros Curriculares

para o Ensino Médio (Brasil, 2002), ganharia aqui importância fundamental, desde que não seja reduzida ao cotidiano fisicamente próximo do aluno. A contextualização se constrói em uma etapa posterior a um processo de problematização da realidade vivida pelos alunos e da elaboração de modelos e teorizações apoiadas nos saberes científicos e tecnológicos. Por essa razão foi dito anteriormente que tais saberes devem ser considerados nas tomadas de decisões e elaboração de hipóteses referentes aos problemas em estudo. Esses saberes são ferramentas importantes para a análise e a crítica. Um exemplo pode ilustrar: a lei ambiental brasileira prevê audiências públicas para a exposição de relatórios a respeito de impactos ambientais quando se pretende realizar alguma obra que possa afetar o ambiente, como uma estrada, uma usina, uma hidrelétrica. Os membros da comunidade local poderão analisar e levantar questões em relação a tais projetos se tiverem instrumentos para tal. Não basta a ideologia ambientalista romântica. O conhecimento técnico nesse caso é vital para contrapor dados, elaborar críticas ou mesmo aprovar o projeto. Todavia, isso não consiste em cair na tecnocracia mencionada anteriormente. Nesse caso, os saberes técnico-científicos servem como ferramentas balizadoras, não como o veredicto absoluto. Em face disso, fica claro que uma Educação CTSA não esvazia a escola dos saberes teóricos, conceitos e modelos, nem os dilui em generalidades, ao contrário, exigirá-se maior profundidade dos temas escolhidos para estudo.

As disciplinas científicas já têm um conjunto extenso de conteúdos escolares

consolidados historicamente, ainda que sua abordagem e tratamento possam ser questionados. A tecnologia ainda não tem conteúdos definidos em nível escolar básico. Quais conteúdos oriundos da tecnologia seriam transpostos para os programas escolares? Aqui é conveniente destacar que não apenas conceitos e teorias podem ser entendidos como saberes a ensinar.

Algumas especialidades têm uma relação de aproximação entre a ciência e a tecnologia bem mais óbvia, como a eletrônica, as telecomunicações, a clonagem, o melhoramento genético de sementes, a agroindústria e assim por diante. Uma alternativa seria buscar nas engenharias os saberes de referência. No entanto, conforme destaca Utges (1996), a tecnologia integra um saber fazer (conhecimento sistematizado), os modos de fazer (processos) e as coisas feitas (produtos) e visa a solucionar problemas, a fim de transformar o ambiente natural e sócio-cultural. Um ponto forte da tecnologia nessa integração é seu referencial metodológico, tanto na análise do objeto tecnológico como na elaboração do projeto tecnológico. Este último em seus aspectos técnicos, metodológicos e organizacionais. Para Utges, a tecnologia envolve o “uso racional, organizado, planejado e criativo de recursos materiais” (Idem, p.111). Nessa mesma direção, Cajas (2001) ressalta que projetos dessa natureza buscam equilibrar restrições, avaliar vantagens e desvantagens, prever falhas, mediar confiabilidade e segurança com custos e eficácia. Enfim, há uma gama de saberes e habilidades oriundos da tecnologia que poderiam compor os programas escolares.

A maior parte das escolhas sugeridas

acima está condicionadas aos objetivos propostos para uma Educação CTSA. Estes é que irão definir temas, metodologias e programas. Em síntese: qual formação se pretende com a Educação CTSA? Poderia ser a de preparar os jovens para o mundo do trabalho, ou para utilizarem a ciência e a tecnologia de modo consciente. Ou ainda, para compreenderem os aspectos sociais e humanistas envolvidos na ciência e na tecnologia. É possível também aderir a objetivos mais específicos, como o funcionamento de artefatos, máquinas simples, dispositivos eletrônicos e de comunicação.

Ainda não parecem estar suficientemente discutidos e analisados os objetivos de uma Educação CTSA e tampouco são fáceis de serem estabelecidos e alcançados. Martinand (2003) e Lebeaume (1996), com ênfases diferentes, fizeram uma retrospectiva histórica e uma análise do ensino da tecnologia no programa escolar francês e identificaram uma grande variedade de temas: análise técnica e gráfica, fundamentos técnicos de medidas, ensino experimental, trabalhos manuais, projetos para a ação, desenho técnico e outros mais. Além disso, Martinand (2003) destaca que as finalidades dessa disciplina no programa também sofreram variações, como apoiar orientações e escolhas profissionais, aproximar os alunos do mundo tecnológico, apropriação de técnicas de informação (aqui não se trata de informática apenas) ou ainda uma pedagogia de ação.

A falta de objetivos claros para a Educação CTSA pode levar a distorções entre o que se espera e o que, de fato, ocorre em inovações curriculares. Cajas (2001), ao discutir a opção metodológica

dos projetos em uma educação científica e tecnológica, alerta que “depois que os estudantes desenvolvem seus projetos sociais, não está claro que ciência aprendem e, menos, qual é o conhecimento tecnológico que resulta desses projetos” (p.249). Esse mesmo alerta caberia para a adesão a efeitos de moda no campo educacional sem o devido aprofundamento, como interdisciplinaridade, contextualização, cotidiano, os quais podem conduzir a distorções conceituais e tão somente encobrir velhas práticas. Ao contrário, as novas tendências educacionais defendem que no mundo moderno, ou para evocar a perspectiva histórico-social freiriana, a problematização da situação existencial concreta teria que ser o ponto de partida para qualquer aprendizagem que tenha sentido para os alunos e, também, o ponto de chegada, mas com um novo olhar, de posse de novos conhecimentos, a fim de possibilitar a análise crítica e a mudança, se necessário.

As orientações complementares aos Parâmetros Curriculares, os PCN+ (Brasil, 2002), expressam bem a ampliação dos objetivos educacionais para além do acúmulo de informações disciplinares estritas na forma de três grandes competências: representação e comunicação, investigação e compreensão, contextualização sócio-cultural (Idem). Nesse sentido, Ricardo (2005) sintetiza em um esquema (Figura 01)⁹ a busca pela diminuição da distância que há entre o mundo abstrato das disciplinas científicas ensinadas na escola e as experiências cotidianas dos alunos:

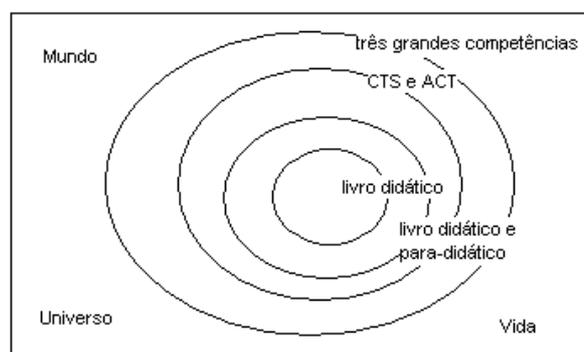


Figura 01

Nesse esquema, os conteúdos escolares e os livros didáticos freqüentemente utilizados acabam servindo de obstáculos para a aproximação do educando com o Mundo, o Universo e a Vida, em função de sua forma excessivamente artificial. Ou seja, ao terminar a situação didática na qual o assunto ou problema foi trabalhado em sala, acaba também o sentido dos saberes envolvidos. Em alguns casos pode haver uma tentativa de aproximação, mas não vai muito além de ilustrações ou motivações, por isso que a representação acima não é concêntrica. Os livros didáticos, associados aos pára-didáticos, já vão um pouco mais além, mas seu uso na escola ainda é tímido. A Educação CTS ou CTSA e a ACT (Alfabetização Científica e Tecnológica) estariam bem mais próximas das três grandes competências e, por conseguinte, da realidade vivida pelos educandos, professores e escola. Poder-se-ia dizer que se inverte o sentido de construção do programa escolar em uma perspectiva de Educação CTSA, pois parece que partir do centro do esquema acima e chegar ao seu exterior é um caminho difícil, uma vez que a forma didatizada dos saberes escolares não comporta situações muito além das ideais. O que se pretende é uma via de mão dupla: do exterior é que deveriam surgir

⁹ Ricardo, 2005, p.221.

os temas, problemas, interesses e projetos. Estes iriam buscar nos saberes disciplinares (técnico-científicos) possíveis respostas, modelos, esquemas, para voltar ao exterior já com novos recursos cognitivos, a fim de orientar melhor a análise e a compreensão. Nesse sentido, os alunos terão que saber mais e melhor acerca da ciência e da tecnologia para tomar decisões e emitir juízo de valor ultrapassando as limitações do senso comum.

Considerações Finais

As discussões precedentes sugerem a necessidade de considerar as tecnologias como referências dos saberes escolares não apenas como o estudo das máquinas ou equipamentos, mas para compreender o mundo artificial e sua relação com o mundo natural. Isso possibilitaria desenvolver nos alunos uma atitude crítica diante da tecnologia moderna e reconhecer sua estreita articulação com os aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais, além do seu potencial modificador da realidade e de dar respostas a problemas concretos.

Com a Revolução Industrial, a técnica, ou mais propriamente a tecnologia, assume importância fundamental e se consolida na modernidade estabelecendo uma nova dimensão para o *homo sapiens*: a de *homo faber*. Isso tem implicações antropológicas, uma vez que associa a tecnologia a aspectos éticos, sociais e políticos. Desse modo, caberia uma última pergunta: é pertinente a sigla CTSA, ou bastaria CT (ciência e tecnologia)? Se o objetivo é chamar a atenção para as instituições que a sigla designa, então há

uma justificativa estratégica, pois conforme foi tratado anteriormente, ocupam distintos *status* na perspectiva de uma Educação CTSA e entre os professores¹⁰. Todavia, se a relação entre a ciência e a tecnologia for compreendida segundo as discussões acima, talvez fosse suficiente uma Educação em Ciência e Tecnologia. De outro modo, haveria uma ampliação das entidades conceituais sem necessidade, o que pode se transformar em obstáculo para sua compreensão e implementação. Poderiam ocorrer desvios de propósitos do tipo: para chamar a atenção dos aspectos éticos da ciência e da tecnologia será proposta uma Educação CTSAE, e assim por diante.

O mesmo ocorre com as metáforas da alfabetização científica e tecnológica e do letramento científico e tecnológico. No campo da lingüística há diferenças entre alfabetização e letramento, mas como metáfora é possível que o novo termo não resulte em uma compreensão mais profunda. Além disso, Paulo Freire ofereceu uma boa compreensão para a alfabetização e que poderia ser estendida para a educação formal¹¹. Os termos em si não carregam as soluções. Ao contrário, sua ampliação desnecessária pode encobrir deficiências teórico-metodológicas.

Finalmente, cabe encontrar um lugar para a tecnologia, ou a Educação CTSA na escola, pois estas ainda não têm espaços definidos. Na estrutura escolar atual, talvez não seja apropriado criar uma nova disciplina, mas incorporar os elementos da Educação CTS ou CTSA nas disciplinas já existentes, desde que se assumissem novos encaminhamentos didáticos. Um bom

¹⁰ Ricardo *et al.* (2007).

¹¹ Ver, por exemplo, as discussões feitas por Delizoicov (2001).

ambiente para tais inovações seria a Parte Diversificada do Currículo, a qual ainda parece mal entendida ou aproveitada nas escolas, com disciplinas criadas a partir da disponibilidade dos professores e não da necessidade dos alunos.

O principal objetivo do presente trabalho foi encaminhar alguns questionamentos em relação às possibilidades de incorporar na educação formal as discussões oriundas do movimento CTS, ou CTSA, e, assim, interrogar a escola e, mais precisamente, a Educação CTSA. Todavia, a complexidade das questões aqui exploradas e as dificuldades para encontrar respostas não deveriam intimidar a busca de alternativas.

Referências

- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BUNGE, Mario. *Treatise on basic philosophy*. Vol.7, p.II, Life science, social science and technology. Dordrecht: Reidel, 1985.
- CAILLOT, Michel. La théorie de la transposition didactique est-elle transposable? In: RAISKY, Claude; CAILLOT, Michel (éds.). *Au-delà des didactiques, le didactique: débats autour de concepts fédérateurs*. Bruxelles: De Boeck & Larcier S.A., 1996.
- CAJAS, Fernando. Alfabetización Científica y Tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, v.19, n.2, p.243-254, 2001.
- CHEVALLARD, Yves. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S. A., 1991.
- CRUZ, S. M.; ZYLBERSZTAJN, A.. Um module pédagogique sur l'accident radioactif de Goiânia. *Fundp Ac Be Cetthes, Courrierducethes*, Bélgica, n.47, p.1-12, 2001.
- CUPANI, Alberto. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. *Scientiae Studia*. São Paulo, v.2, n.4, p.493-518, 2004.
- DELIZOICOV, Demetrio. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- FOUREZ, Gerard. El Movimiento Ciencia, Tecnología e Sociedad (CTS) y la Enseñanza de las Ciencias. *Perspectivas UNESCO*, v.XXV, n.1, p.27-40, marzo 1995.
- FOUREZ, Gerard. *Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Traducción: Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.
- FOUREZ, Gerard. Crise no Ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.8, n.2, ago. 2003.
- LACEY, Hugh. *Valores e Atividade Científica*. São Paulo: Discurso Editorial, 1998.
- LEBEAUME, Joël. Une discipline à la recherche d'elle-même: trente ans de technologie pour le collège. *Aster*, n.23, p.9-42, 1996.
- MARTINAND, Jean-Louis. L'éducation technologique à l'école moyenne en France: problèmes de didactique curriculaire. *La Revue Canadienne de l'Enseignement des Sciences des Mathématiques et des Technologies*, v.3, n.1, p.101-116, 2003.
- PERRENOUD, Philippe. *Construir as Competências desde a Escola*. Trad. Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
- PERRENOUD, Philippe. *A Prática Reflexiva no Ofício de Professor: profissionalização e razão pedagógica*. Tradução de Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.
- RICARDO, E. C.. *Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; REZENDE JUNIOR, M. F.. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.29, n.1, p.137-149, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências* – Belo Horizonte, v.2, n.2, p.133-162, 2000.

SIMON, Herbert A.. *Les Sciences de l'Artificiel*. France: Éditions Gallimard, 2004.

TARDIF, Maurice. *Saberes Docentes e Formação Profissional*. 2.ed.. Petrópolis: Vozes, 2002.

UTGES, G.; FERNÁNDEZ, P.; JARDÓN, A.. Física y Tecnología. Una Integración Posible. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.2, p.108-120, 1996.

VOGT, C.; POLINO, C. (orgs.). *Percepção Pública da Ciência: resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

Elio Carlos Ricardo faz pós-doutorado na Equipe REHSEIS/Université Paris 7 – Denis Diderot/CNRS, em Paris, com bolsa da CAPES. E-mail: elio_ricardo@hotmail.com