

## ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA: UM NOVO “PARADIGMA”?<sup>1</sup>

### TECHNOLOGICAL SCIENTIFIC LITERACY: A NEW PARADIGMA?

*Décio Auler*

*E-mail : [auler@ce.ufsm.br](mailto:auler@ce.ufsm.br)*

#### **Resumo:**

Busca-se ampliar o debate sobre a denominada Alfabetização Científico-Tecnológica. Neste âmbito, postula-se a necessidade de superar o ensino meramente propedêutico, disciplinar. Discute-se, enquanto configuração curricular, a progressiva substituição da abordagem conceitual pela abordagem temática. Tal encaminhamento está alicerçado em pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire, bem como do denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade.

**Palavras-chave:** Alfabetização Científico-Tecnológica, Abordagem Conceitual, Abordagem Temática.

#### **Abstract:**

The objective of this paper is to broaden the discussion regarding the so-called Technological-Scientific Literacy. In this sense, the need to surpass the preliminary and disciplinary teaching is postulated. It has been discussed, as curricular configuration, the progressive substitution of the conceptual by the thematic approach. Such approach is based on the presuppositions of Paulo Freire (the Brazilian educator) as well as on the movement of Society-Technological-Science.

**Key-words:** Technological-Scientific Literacy, Conceptual approach, Thematic approach

---

<sup>1</sup> Este trabalho resulta do aprofundamento de algumas questões levantadas em fala proferida em mesa redonda, durante o XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em Curitiba, março de 2003.

## 1. INTRODUÇÃO

Em artigo anterior (Auler, 2001), destacou-se que a denominada Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT) tem sido postulada, cada vez mais, enquanto dimensão fundamental numa dinâmica social crescentemente relacionada ao desenvolvimento científico-tecnológico, a exemplo da transgenia, clonagem, terapia gênica, degradação ambiental, questão energética e desemprego. Argumentou-se que o rótulo ACT abarca um espectro bastante amplo de significados, traduzidos através de expressões como popularização da Ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da Ciência. Acentuou-se, também, que os objetivos balizadores são diversos e difusos, enfatizando-se que estes vão desde a busca de uma autêntica participação da sociedade na busca de soluções para problemáticas que envolvem Ciência-Tecnologia (CT), até aqueles que colocam ACT na perspectiva de referendar e buscar apoio da sociedade à modelos decisórios de cunho tecnocrático. Destacou-se, ainda, que a ACT tem tido dois encaminhamentos majoritários, denominados de perspectiva reducionista e ampliada. A reducionista, concebida como um simples incremento do atual ensino de Ciências/Física, desconsiderando a existência de construções subjacentes à produção do conhecimento Científico-Tecnológico, tal como aquela que leva a uma concepção de neutralidade da CT. Por outro lado, a perspectiva ampliada busca a compreensão de interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), associando o ensino de conceitos à problematização destas construções históricas vinculadas à suposta neutralidade da CT, como a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista, redentora atribuída à CT e o determinismo tecnológico.

No presente artigo, balizado por pesquisa realizada no âmbito do doutoramento (Auler, 2002), bem como desdobramentos posteriores (Auler, 2002), apresenta-se e discute-se encaminhamentos dados ao que se denominou de perspectiva ampliada da ACT. Neste sentido, assume-se que a ACT deve propiciar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está crescentemente relacionada ao desenvolvimento científico-tecnológico, potencializando para uma ação no sentido de sua transformação.

O encaminhamento político-pedagógico deste pressuposto está alicerçado na aproximação de dois referenciais imbuídos da democratização dos processos decisórios. Assim, de um lado, tem-se o denominado movimento CTS. De outro, a concepção educacional de Paulo Freire (1987, 1992). O movimento CTS, emergente por volta de 1960-1970, em alguns contextos específicos, postula, dentre outras coisas, a superação do modelo de decisões tecnocráticas relativamente a temas sociais que envolvem CT. Freire, por sua vez, enfatiza a necessidade da superação da “cultura do silêncio” para a constituição de uma sociedade mais democrática. Preliminarmente cabe destacar que a compreensão que pauta esta aproximação está balizada por uma concepção de não neutralidade da CT. Como assinala Fourez (1999), a escolha, a definição tecnológica não é uma escolha de meios neutros, mas a escolha de modelos de sociedade, considerando que a tecnologia incorpora, materializa interesses e características de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos.

## 2. A CONSTITUIÇÃO DE PARÂMETROS SOBRE INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

A pesquisa realizada, se, de um lado, não pautada pelo que acontece no exterior, de outro, procurou estar em sintonia com questões mais amplas. Esta compreensão balizou a aproximação entre os referidos referenciais. Relativamente ao movimento CTS, a caminhada esteve apoiada em pesquisadores, tal como Luján *et al.* (1996), Aikenhead e Ryan (1992), Acevedo (1995, 1996 e 2001).

Luján *et al.* (1996), por exemplo, destacam que, a partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo um sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social. Argumentam que, por volta de 1960-1970, a degradação ambiental, bem como o seu desenvolvimento vinculado à guerra, fizeram com que Ciência-Tecnologia (CT) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. Há especial destaque para o fato de que CT passaram a ser objeto de debate político.

Segundo estes autores, a obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), do físico-historiador Thomas Kuhn, ao questionar a concepção tradicional de ciência, em nível acadêmico, suscitou novas reflexões no campo da História e Filosofia da Ciência. Na mesma época, os movimentos sociais (ecologistas, pacifistas e contra-culturais) passam a questionar vigorosamente a gestão tecnocrática de assuntos sociais, políticos e econômicos, denunciando as conseqüências negativas da CT sobre a sociedade, estimulados/influenciados pela publicação do livro *Silent Spring* (1962) pela bióloga Raquel Carsons. Houve um movimento reivindicando um redirecionamento tecnológico, contrapondo-se à idéia de que mais CT irá, necessariamente, resolver problemas ambientais, sociais e econômicos. Para estes autores, neste contexto, emerge o denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Ainda, para estes autores, um dos objetivos centrais desse movimento consistiu em colocar a tomada de decisões em relação a CT num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (mais atores sociais participando) e menos tecnocráticas. Essa nova mentalidade/compreensão da CT teria contribuído para a "*quebra do belo contrato social para a CT*". Qual seja, o modelo linear de progresso. Neste, o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social).

DC \ DT \ DE \ DS<sup>2</sup> (modelo tradicional/linear de progresso)

Em vários países, EUA, Inglaterra, Países Baixos, dentre outros, a mudança cultural em curso, a "politização" da CT, produziu desdobramentos curriculares no ensino superior e secundário. (Luján *et al.*, 1996 e Cerezo, 1998). Segundo Cerezo (1998), hoje, pode-se dizer que os estudos CTS constituem uma diversidade de programas de colaboração multidisciplinar os quais, enfatizando a dimensão social da CT, compartilham de um certo núcleo comum: a) o rechaço da imagem de ciência como uma atividade pura, neutra; b) a crítica da concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra e c) rejeição de estilos tecnocráticos.

<sup>2</sup> Nessa equação, apenas decisões tecnocráticas são aceitáveis. Exclui-se a possibilidade de participação de mais atores sociais.

A destacada politização relativamente à CT, a passagem do campo da neutralidade para o espaço do debate político, a rejeição de modelos tecnocráticos (Lujan *et al.*), parece estar assentada na mesma matriz teórico-filosófica adotada por Freire, quando este, em termos de pressupostos educacionais, aponta para além do simples treinamento de competências. A dimensão ética, o projeto utópico implícito em seu fazer educacional, a crença na vocação ontológica do ser humano em “ser mais” (ser sujeito histórico e não objeto), eixos balizadores da obra de Freire, conferem, ao seu projeto político-pedagógico, uma perspectiva de “reinvenção” da sociedade, processo consubstanciado pela participação daqueles que, hoje, encontram-se imersos na “cultura do silêncio”, submetidos à condição de objetos ao invés de sujeitos históricos.

No entender de Freire (1987), a alfabetização não pode configurar-se como um jogo mecânico de juntar letras. Alfabetizar, muito mais do que ler palavras, deve propiciar a “*leitura do mundo*”. Leitura da palavra e “*leitura do mundo*” devem ser consideradas numa perspectiva dialética. Alfabetizar não é apenas repetir palavras, mas dizer a sua palavra. Neste sentido, entende-se que, para a compreensão crítica da dinâmica social contemporânea, crescentemente vinculada ao desenvolvimento científico-tecnológico, a problematização, a desmistificação de construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, consideradas pouco consistentes, aqui denominadas de mitos, como, por exemplo, a neutralidade da Ciência-Tecnologia (CT) ou o determinismo tecnológico, é fundamental.

Considerar a possibilidade de decisões mais democráticas em relação à definição de políticas para a CT, equivale, hoje, à utopia, à esperança legada por Freire (1987), considerando a história como possibilidade e não como determinação. Os fatalismos de que Freire fala aparecem, hoje, por exemplo, sob as várias formas de manifestação do determinismo tecnológico – “*não podemos deter o avanço tecnológico*”; “*o desemprego no mundo é uma fatalidade do fim do século*” -. Hoje, a superação de uma percepção ingênua e mágica da realidade, de uma leitura crítica exige, mais do que ontem, uma compreensão dos sutis e delicados processos de interação entre CTS. Exige um “desvelamento” dos discursos ideológicos vinculados à CT, manifestos, muitas vezes, na defesa da entrega do destino, da sociedade, à tecnocracia. Uma realidade, uma sociedade aparentemente imobilizada, anestesiada pelo discurso pragmático, vínculo ao progresso científico e tecnológico, de não perder o trem da história.

Neste sentido, entende-se que a educação em Ciências/Física deve, também, propiciar a compreensão do entorno da atividade científico-tecnológica, potencializando a participação de mais segmentos da sociedade civil, não apenas na avaliação dos impactos pós-produção, mas, principalmente, na definição de parâmetros em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico. Participando, dessa forma, no direcionamento, ou seja, na definição da agenda de investigação. A postulação de uma participação mais substancial, de mais atores sociais, justifica-se por vários motivos:

- Muitos dos graves problemas sociais contemporâneos não são solúveis utilizando-se apenas critérios científico-tecnológicos, considerando que estes estão configurados dentro de determinadas relações sociais;
- Direito que a sociedade, como um todo, possui de participar em definições que envolvem seu destino;
- O atual direcionamento, a definição da agenda de investigação, dá-se, cada vez mais, de tal forma que sejam ativados, seletivamente, aqueles campos de

investigação, encaixáveis na lógica da maximização do lucro privado, relegando aqueles não imediatamente rentáveis.

Relativamente a este último aspecto, considera-se pertinente a fala de Frederico M. Zaragoza, na época diretor geral da Unesco, ao falar sobre a “*Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI*”, realizada em Budapest, 1999, o qual coloca um questionamento desafiador:

“Com a crescente ‘privatização’ da investigação não estão sendo deixadas de lado necessidades essenciais e universais pelo fato de que não são imediatamente rentáveis?” (Zaragoza, 2001: 1-2)

Assim, como resultado da aproximação do referencial freiriano com pressupostos do movimento CTS, bem como da interação destes com os elementos advindos da “pesquisa empírica” (entrevista semi-estruturada com professores de Ciências) realizada no âmbito do doutoramento, estabeleceram-se parâmetros sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, pautados por uma concepção de não neutralidade da CT, explicitados posteriormente. Estes apontam para a superação das referidas construções históricas, quais sejam: busca da superação do modelo de decisões tecnocráticas, superação da perspectiva salvacionista, redentora atribuída à CT e superação do determinismo tecnológico<sup>3</sup>.

No âmbito do *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade*, NEC/UFSM, acopladas à intervenções curriculares, no espaço da educação formal, tem continuidade as pesquisas iniciadas no doutorado. Optou-se por intervenções pontuais, buscando-se currículos mais abertos frente à problemas contemporâneos fortemente marcados pela dimensão científico-tecnológica. Parte-se do pressuposto de que tais intervenções, através do processo de elaboração e desenvolvimento de temas com significado local/social (abordagem temática balizada pelos referidos parâmetros), bem como a reflexão subjacente, abrem caminhos que poderão desembocar em reformulações curriculares mais profundas. Espera-se, com isso, que os professores deixem de ser meros “consumidores” de currículos elaborados em outras instâncias e participem deste processo.

### 3. A ABORDAGEM TEMÁTICA

Historicamente, no ensino de Ciências/Física, as discussões, as pesquisas têm focalizado prioritariamente questões metodológicas, relativas ao como ensinar. Mais recentemente, no contexto da formação da cidadania, novas questões têm entrado em pauta. Por exemplo, a preocupação com objetivos educacionais. Em outras palavras, por que ensinar, por que aprender ciências. Neste sentido, a abordagem temática constitui-se no horizonte para o qual apontam os esforços empreendidos no processo de pesquisa/intervenção, entendendo-se que esta viabiliza discussões mais amplas, não restritas ao campo metodológico.

Esta é respaldada por Snyders (1988), quando este postula a pertinência do uso de temas significativos no processo educacional e Freire (1987) através da progressiva aproximação à concepção de temas geradores. Segundo Delizoicov (1991), Snyders defende a exploração didática de temas significativos que envolvam contradições sociais e

<sup>3</sup> Uma discussão mais ampla sobre tais construções pode ser encontrada em Auler (2001 e 2002).

que proporcionem o que denomina de renovação dos conteúdos programáticos escolares numa dimensão crítica. Ainda segundo Delizoicov, de modo semelhante a Snyders, Freire também defende a articulação de conhecimentos com temas. Assim, a apreensão/apropriação de conteúdos na perspectiva da compreensão de temas coloca-se na perspectiva de instrumentalizar o aluno para a sua melhor compreensão e atuação na sociedade contemporânea.

Apoiados em Snyders e Freire, Delizoicov, Angotti e Pernambuco entendem que a abordagem temática constitui-se numa

“Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema.” (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002: 189)

Por outro lado, a abordagem conceitual, hegemônica no atual ensino de Ciências, para os mesmos autores, representa uma

“Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada pelos conceitos científicos, com base nos quais se selecionam os conteúdos de ensino.” (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002: 190)

Angotti (1993) entende que a dimensão epistemológica que sustenta os conceitos bem como a dimensão pedagógica que permite sua difusão e implementação, são distintas da dimensão ontológica que sustenta o ensino de Ciências Naturais através de TEMAS no sentido freiriano. Entende que tanto a concepção de Freire, do tema gerador, bem como os temas significativos de Snyders, são fortemente determinados pela dimensão ontológica, em sintonia com as crenças, contradições e necessidades de problematização com os grupos que freqüentam as escolas.

Aspecto central da abordagem temática, alicerçada em pressupostos freirianos, é a realização da investigação temática<sup>4</sup>. Contudo, a discussão temática não é exclusividade de trabalhos balizados pelo viés freiriano/snyderiano. Santos (1992), por exemplo, referindo-se a um levantamento bibliográfico sobre o movimento CTS, no campo educacional, destaca:

"A inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão."(Santos, 1992:139)".

Ainda, segundo Santos, metodologicamente, parte-se dos temas sociais para os conceitos científicos e destes retorna-se aos temas. Recorrendo à literatura, Santos e

<sup>4</sup> Este processo é constituído de cinco etapas: 1ª) **levantamento preliminar**: faz-se um levantamento das condições da localidade, onde, através de fontes secundárias e conversas informais com os indivíduos, realiza-se a “primeira aproximação” e uma recolha de dados; 2ª) **análise das situações e escolha das codificações**: faz-se a escolha de situações que encerram as contradições vividas e a preparação de suas codificações que serão apresentadas na etapa seguinte; 3ª) **diálogos descodificadores**: Os investigadores voltam ao local para os diálogos descodificadores, sendo que, nesse processo, obtém-se os temas geradores; 4ª) **redução temática**: consiste na elaboração do programa a ser desenvolvido na 5ª etapa. A partir do trabalho de uma equipe interdisciplinar, identifica-se e seleciona-se qual “conhecimento universal” é necessário para a compreensão dos temas identificados na etapa anterior; 5ª) **trabalho em sala de aula**: somente após as quatro etapas anteriores, com o programa estabelecido e o material didático preparado, que ocorre o trabalho de sala de aula. Para uma compreensão mais ampla destas etapas, pode-se consultar Delizoicov (1991, cap. 3).

Mortimer (2000, p. 146), identificam os principais temas, agrupados em áreas: 1) saúde; 2) alimentação e agricultura; 3) recursos energéticos; 4) terra, água e recursos minerais; 5) indústria e tecnologia; 6) ambiente; 7) transferência de informação e tecnologia; 8) ética e responsabilidade social; 9) qualidade do ar e atmosfera; 10) fome mundial e fontes de alimentos; 11) guerra tecnológica; 12) crescimento populacional, 13) recursos hídricos; 14) escassez de energia; 15) substâncias perigosas; 16) uso do solo; 17) reatores nucleares; 18) animais e plantas em extinção e 19) recursos minerais.

Para o contexto brasileiro, estes autores apontam possíveis temas: 1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social. Nesse tema, destacam questões atuais como a exploração mineral por empresas multinacionais, a privatização da Companhia Vale do Rio Doce, as propostas de privatização da Petrobrás; 2) ocupação humana e poluição ambiental, na qual poderiam ser discutidos problemas relacionados à ocupação desordenada nos grandes centros urbanos, o saneamento básico, a poluição atmosférica e dos rios, a saúde pública, a questão agrária; 3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente, aspecto que envolveria reflexões sobre hábitos de consumo na sociedade tecnológica; 4) controle de qualidade dos produtos químicos comercializados, aspecto que envolveria direitos do consumidor, riscos para a saúde, as estratégias de marketing usadas pelas empresas; 5) produção de alimentos e a fome que afeta parte significativa da população brasileira, incluindo a questão dos alimentos transgênicos; 6) desenvolvimento da agroindústria e a questão da distribuição de terra no meio rural, envolvendo discussões sobre os custos sociais e ambientais da monocultura; 7) o processo de desenvolvimento industrial brasileiro, dependência tecnológica num mundo globalizado. Consideram que, neste tema, poderia ser discutida a exportação de silício bruto ou industrializado; 8) fontes energéticas do Brasil, efeitos ambientais e os seus aspectos políticos; 9) preservação ambiental, as políticas de meio ambiente, o desmatamento. (Santos e Mortimer, 2000, p. 146-147).

Destacam Santos e Mortimer que vários desses temas fazem parte, atualmente, dos currículos de Geografia. Considerando a vinculação com aspectos científicos e tecnológicos, sinalizam para a possibilidade de serem explorados, também, na área de Ciências e suas Tecnologias (PCNEM), contemplando a dimensão interdisciplinar.

Contudo, Santos e Mortimer (2000, p. 157) consideram que não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, se não houver uma mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas. Consideram que não basta que as editoras dos livros didáticos incluam, nos livros, temas sociais ou disseminem os chamados paradidáticos. Para eles, se não houver uma compreensão do papel social do ensino de Ciências, pode-se incorrer no erro de uma *“simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade”*.

Também Cachapuz (1999) situa como uma nova orientação, para a educação em Ciências, o que denomina de *“Ensino de Ciências no Pós-Mudança Conceitual”*. Esta, segundo ele, não se limita à construção de conceitos. O ponto de partida para a aprendizagem devem ser *“situações-problemas”*, de preferência relativas a contextos reais. O surgimento desta orientação, em termos de organização curricular, aponta para uma educação em Ciências valorizando orientações do tipo Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (C/T/S/A), em particular a variante Ambiente/Ciência/Sociedade (A/C/S), em que as *“envolventes”* Ambiente e Sociedade não surgem como meras aplicações, mas, pelo contrário, como ponto de partida. Nesta

orientação, segundo Cachapuz, está incorporada a dimensão axiológica (relativo à ética e aos valores).

Um dos aspectos básicos dos projetos educacionais, dinamizados segundo o enfoque temático que contempla interações entre CTS, consiste na importância dada às questões problemáticas, aos problemas locais que afetam as comunidades dos estudantes (Waks, 1994). Para este autor, a abordagem dominante tem sido a utilização de "assuntos críticos", pois incentivam uma ação social mais ampla.

Garcia (1998), por sua vez, busca superar a simples identificação de conhecimento escolar com conhecimento científico disciplinar. Seus trabalhos são pautados pela concepção de que o conhecimento escolar é um conhecimento com suas próprias características epistemológicas, que supõe um enriquecimento, uma complexificação do conhecimento cotidiano e que integra aportes de várias formas de conhecimento. Na configuração curricular, entende que devem estar presentes critérios epistemológicos, psicológicos e sociológicos. Há, em sua postulação, semelhanças com a concepção educacional freiriana. Por exemplo, em relação ao critério sociológico, enquanto Freire propõe a investigação de temas geradores vinculados à contradições presentes na sociedade, Garcia reivindica a necessidade de "*abrir a realidade educativa aos problemas presentes no meio social e natural*". Problemas, estes, complexos como a problemática ambiental, cujo enfrentamento será muito limitado se restrito a campos disciplinares específicos. Neste sentido, destaca limitações de algumas abordagens da denominada transposição didática, quando, nestas, propõe-se a reelaboração do conhecimento científico disciplinar para convertê-lo em conhecimento escolar.

O panorama, descrito anteriormente, sinaliza para a emergência, ainda que pontual, em vários contextos, de intervenções que buscam superar o ensino meramente propedêutico/conceitual/disciplinar, havendo semelhanças com a denominada abordagem temática. Dentre as já destacadas, pode-se situar outras: *Temas Sociais* (Santos, 1992), *Assuntos Críticos* (Waks, 1994), *Situações-Problema* (Cachapuz, 1999), *Aprendizagem Centrada em Eventos* (Zylberstajn, 1994 e Souza Cruz, 2001), *Abordagem Temática* (Angotti e Delizoicov, 1991), *Ensino de Ciências a Partir de Problemas da Comunidade* (Pernambuco, 1981), *Módulo de Ensino Relacionado a CTS* (Souza Barros, 1989), *Situações de Estudo* (Auth, 2002).

No contexto do referido grupo – *Grupos de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade* –, assume-se que, configurações curriculares, mediante a abordagem temática, são pertinentes em termos de Alfabetização Científico-Tecnológica, considerando que:

a) Propicia uma compreensão crítica sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade

Conforme discutido anteriormente, concebe-se a ACT como o ensino de conceitos associado à problematização de construções historicamente realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, potencializando, assim, uma compreensão crítica sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Para tanto, os parâmetros, citados anteriormente, balizados por uma concepção de não neutralidade da CT, constituem uma das referências para a estruturação de propostas didático-pedagógicas segundo a abordagem temática.

### **a.1) Superação do modelo de decisões tecnocráticas**

A suposta superioridade do modelo de decisões tecnocráticas é alicerçada na crença da possibilidade de neutralizar/eliminar o sujeito do processo científico-tecnológico. O *expert*



(especialista/técnico) pode solucionar os problemas, inclusive os sociais, de um modo eficiente e ideologicamente neutro. Para cada problema existe uma solução ótima (Luján *et al.*, 1996). Portanto, deve-se eliminar os conflitos ideológicos ou de interesse. Considera-se que tal compreensão não contribui para a democratização de processos decisórios.

### **a.2) Superação da perspectiva salvacionista, redentora atribuída à Ciência-Tecnologia**

Há uma compreensão, bastante difundida, de que em algum momento do presente ou do futuro, Ciência-Tecnologia resolverão os problemas, hoje existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social. Atribui-se um caráter redentor à CT.

A idéia de que os problemas hoje existentes, e os que vierem a surgir, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT, estando a solução em mais e mais CT, está ignorando as relações sociais em que esta CT são concebidas.

### **a.3.) Superação do determinismo tecnológico**

Segundo Gómez (1997), há duas teses definidoras do determinismo tecnológico:

- A mudança tecnológica é a causa da mudança social, considerando-se que a tecnologia define os limites do que uma sociedade pode fazer. Assim, a inovação tecnológica aparece como o fator principal da mudança social;
- A tecnologia é autônoma e independente das influências sociais.

Sendo o desenvolvimento científico-tecnológico apresentado como irreversível, inexorável, representando a marcha do progresso, exclui a possibilidade de alterar o ritmo das coisas. A participação da sociedade em nada alteraria o curso do processo em andamento. Nesta compreensão, está presente a idéia da inevitabilidade do processo e do progresso, alijando a sociedade da participação em decisões que envolvem seu destino.

### **b) Contribui para a superação do ensino propedêutico**

A perspectiva propedêutica, traduzida em objetivos educacionais, tem resultado em desdobramentos curriculares como: Preparar o aluno para exames externos, por exemplo, vestibular; preparar futuros cientistas e preparar o "cidadão do futuro".

Neste trabalho, focaliza-se um destes aspectos: "Preparar futuros cientistas". Nesta análise, considera-se importante não desvincular a instituição "escola" da sociedade em que esta se situa, cujas ideologias, nela existentes, influenciam sensivelmente o rumo das orientações pedagógicas (Amorin, 1995). Por exemplo, no contexto da guerra fria, o lançamento do *Sputnik* pela URSS, supostamente simbolizando a superioridade tecnológica dessa em relação aos americanos, representou o pano de fundo para a configuração dos grandes projetos curriculares, elaborados por renomados professores universitários, mais conhecidos pelas suas siglas: Biological Science Curriculum Study (BSCS); Physical Science Study committee (PSSC); Chemical Study Group (CHEM); Chemical Bond Approach (CBA), entre outros (Krasilchik, 1992).

Com esses projetos, incorporando uma concepção de currículo de "cunho conteudista", aspecto aliado à vivência do assim chamado método científico, buscava-se transformar cada aluno em um pequeno cientista, o que contribuiria para vencer a corrida anti-URSS. Zylbersztajn (1994) destaca que, apesar dos grandes recursos investidos, o seu uso, nas escolas, não ocorreu conforme o esperado. Considera que uma das razões para tal foi o fato de que tais projetos foram, em sua maioria, "*direcionados para alunos mais*

*academicamente orientados*”, sendo uma característica básica dos mesmos a atribuição de grande importância à “estrutura das disciplinas”, enfatizando os conceitos centrais e as teorias mais importantes que as caracterizavam, com escassa atenção às aplicações tecnológicas e aos aspectos pessoais e sociais relacionados.

Buscando “equipar” o bloco capitalista para fazer frente ao bloco comunista, irradiou-se essa concepção curricular também para os chamados países periféricos, como o Brasil. Estes projetos, mesmo não tendo grande penetração, na sua apresentação formal, no contexto brasileiro, tiveram, isso sim, seus pressupostos balizadores transpostos para o nosso meio. Estes continuam sendo, em grande parte, o pano de fundo sobre o qual se assenta o ensino de ciências no Brasil, respaldando, em grande parte, o fazer pedagógico nas disciplinas de física, química e biologia.

Assim, a idéia de potencializar cada estudante para ser um futuro cientista, um produtor de conhecimento científico, era menos traumática enquanto, no Brasil, apenas uma elite freqüentava a escola de nível médio. Com a chamada “massificação” ou aumento quantitativo significativo da população com acesso a esse nível de ensino, a escola, o ensino de Ciências/Física, deixa de ser significativo para a grande maioria dos alunos, considerando que esses não serão produtores de conhecimento científico.

Qual é, então, o papel dos conteúdos? Delizoicov (1991) argumenta que o grande alvo das críticas de Freire é a educação bancária e não o desenvolvimento de conhecimentos “universais”. Salieta que a acusação de que a concepção freiriana leva ao espontaneísmo, ao esvaziamento de conteúdos, deve-se à omissão de algo central em sua obra: o processo de investigação e redução temática.

Delizoicov argumenta que tanto Freire quanto Snyders, propõem uma postura crítica frente à seleção e desenvolvimento de conteúdos. Conteúdos não devem ser “depositados” segundo Freire, ou “engolidos como pastilhas”, segundo Snyders.

Os conteúdos, se desenvolvidos na perspectiva da compreensão de temáticas locais, significativas, possuem um potencial papel transformador<sup>5</sup>. Porém, os conteúdos presentes na maioria dos manuais didáticos, particularmente nos de Física do Ensino Médio, são absolutamente insuficientes no sentido de contribuir para a compreensão de situações ligadas à vida dos estudantes. Vários professores-pesquisadores (Menezes, 1988; Zanetic, 1989; Angotti e Delizoicov, 1991; Terrazzan, 1994; dentre outros) têm denunciado este aspecto, salientando que, nesta disciplina, são trabalhados, majoritariamente, conhecimentos físicos desenvolvidos de 1600 a 1850 aproximadamente. Zanetic (1989), por exemplo, defendia a necessidade de começar a trabalhar os conhecimentos físicos desenvolvidos, no século XX, antes que ele acabasse. Acabou o século e muito pouco mudou.

Em síntese, de forma alguma está sendo postulada a supressão do ensino de conceitos, das disciplinas. Contudo, estes elementos deixam de ter um fim em si e/ou apenas uma finalidade futura, passando a constituir-se em meios, em ferramentas para a compreensão de temas socialmente relevantes. No entender de Cachapuz (1999), posição aqui compartilhada, numa educação para a cidadania deve-se ir além dos objetivos centrados nos conteúdos e nos processos da Ciência marcados por “epistemologias internalistas”.

---

<sup>5</sup> Nesse sentido, Delizoicov (1991) argumenta que não é qualquer conhecimento “universal” que possui caráter transformador.

### c) Alternativa ao ensino meramente disciplinar

Segundo Morais (1998), se a produção do conhecimento é hegemonicamente disciplinar/fragmentada, no processo ensino-aprendizagem, precisamos ensaiar formas de apropriação/compreensão não tão fragmentada. Segundo ele, cada vez mais, o ser humano interage e vive em contextos complexos. Os seres humanos, devido a sua natureza humana, biológica e físico-química, estão inevitavelmente em interação.

Relativamente à busca de alternativas ao ensino meramente disciplinar, é endossada posição de Cachapuz (1999) quando este destaca que, no contexto da formação da cidadania, não se pode continuar preso aos limites estreitos de uma disciplina. Segundo este, o processo pedagógico não deve se restringir à sala de aula. O meio circundante, a comunidade passa a integrar o contexto educacional.

Fourez (1999) também questiona: “*Ensinamos nós a biologia, a química, a física, a matemática, ou ensinamos os jovens a desenvolver-se no mundo?*”. Contudo, destaca, que esses dois objetivos não são, necessariamente contraditórios. Ainda destaca que pode ser interessante ensinar as disciplinas, por elas mesmas, a futuros especialistas, mas não devemos nos assombrar se, quando nosso ensino está majoritariamente centrado sobre os interesses dos cientistas, os jovens acabem ficando desgostosos com o ensino de ciências.

Na perspectiva da abordagem temática, os temas, por se constituírem de se situações amplas, complexas, permitem, requerem uma abordagem interdisciplinar, menos fragmentada. Pelo encaminhamento proposto, a interdisciplinariedade não se reduz a um relacionamento entre diferentes campos de conhecimento, a uma junção de disciplinas. O tema constitui-se no ponto em que as diferentes áreas do saber se relacionam interdisciplinarmente. Os temas, expressando fenômenos sociais complexos, remetem ao interdisciplinar. Sua compreensão requer vários campos de conhecimento, inclusive aqueles não restritos ao escopo das ciências naturais. Em síntese, o tema representa o ponto de encontro interdisciplinar das várias áreas do saber.

Assume-se, nos encaminhamentos didático-pedagógicos, a concepção sobre interdisciplinariedade sinalizada nos PCNEM, quando estes destacam:

"Na perspectiva escolar, a interdisciplinariedade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinariedade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos." (PCNEM, Parte I, p. 23)

## 4. INTERVENÇÕES CURRICULARES: elaboração e desenvolvimento de temáticas

Tendo como horizonte configurações curriculares pautadas pela abordagem temática, o *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade* tem optado por intervenções pontuais no contexto escolar, permitindo, com isto, avaliar limites, possibilidades e desafios a serem superados, estabelecendo, assim, encaminhamentos para reconfigurações curriculares mais abrangentes. Neste sentido, com iniciativas muito incipientes em 2002, em 2003, estão em processo de elaboração, implementação e avaliação/redirecionamento quatro temáticas: *A Questão Energética na Sociedade*

*Contemporânea; Da Válvula ao Transistor; Poluição do Arroio Cadena e A Bicicleta e a Física.*

Na dinamização metodológica das temáticas, utiliza-se os três momentos pedagógicos, sistematizados por Delizoicov (1991), apoiado em Freire e Snyders, quais sejam, problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento<sup>6</sup>. Como exemplo, apresenta-se a estrutura da temática *A Questão Energética na Sociedade Contemporânea*<sup>7</sup>:

### **PRIMEIRO MOMENTO: PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL**

Questões, vinculadas ao tema, propostas para discussão:

- Ao iniciarmos determinada viagem de automóvel, no início, o tanque está cheio de gasolina. Após percorrermos algumas centenas de quilômetros, este estará vazio. Para você, o que aconteceu com a gasolina? E a energia?;
- Uma pessoa pode fazer determinada viagem de ônibus ou de carro particular. Em que circunstâncias haverá um maior "consumo" de energia por pessoa, por quilômetro rodado?;
- Se o Sol "apagasse" amanhã, poderíamos substituí-lo artificialmente? Para você, como seria isto?;
- O que você entende por um motor 1.8?

### **SEGUNDO MOMENTO: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Conteúdos desenvolvidos:

- Primeira e segunda leis da termodinâmica, massa específica, notação científica, transformações de unidades, volume, calor de combustão, rendimento em máquinas térmicas, reação de combustão da gasolina (combustão completa e incompleta), fotossíntese, conversões de energia no corpo humano, combustíveis fósseis;
- Aspectos históricos: Investigações e teorizações sobre o baixo rendimento das máquinas térmicas culminaram com o estabelecimento da primeira e segunda leis da termodinâmica;
- Discussão sobre a necessidade de considerar compreensões já elaboradas pelos estudantes, antes de ingressarem no espaço da educação formal, as denominadas *concepções alternativas*, como, por exemplo, energia concebida como substância.

### **TERCEIRO MOMENTO: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO**

- Retomada e rediscussão das questões propostas no Primeiro Momento;
- Análise e discussão de novas situações:
  - Se a energia se conserva, por que a constante preocupação com o uso racional da mesma, com a adoção de medidas que diminuam seu consumo?;
  - Discussão sobre o "consumo" de energia em diferentes contextos e países;

<sup>6</sup> Para maiores esclarecimentos sobre os mesmos, pode-se consultar Angotti e Delizoicov (1991) e Delizoicov (1992).

<sup>7</sup> Um maior detalhamento, bem como uma reflexão sobre a implementação desta temática, será apresentado em outro artigo.

- Baixa eficiência do motor de combustão interna. É razoável continuar investindo neste desenvolvimento Científico-Tecnológico?;
- Discussão sobre a necessidade de priorizar o transporte coletivo em detrimento do particular. Quem deve participar desse processo decisório? É viável a extrapolação, para o conjunto da sociedade, do carro particular? Como ficaria isto em termos de degradação ambiental? A decisão quanto à prioridade (incentivos fiscais) dada em relação ao transporte particular ou coletivo é uma decisão neutra, meramente técnica?

## 5. POR ONDE CONTINUAR?

A caminhada quanto à elaboração e avaliação da implementação de temáticas encontra-se numa fase bastante preliminar. Contudo, há indicativos de que a opção por esta configuração curricular gera um maior engajamento do aluno em todo o processo. Em outras palavras, favorecendo uma maior ressonância entre o "mundo da escola" e o "mundo da vida", a atribuição de significado ao que se faz na escola, por parte do aluno, pode constituir-se numa dimensão que potencializa a aprendizagem.

Este parece representar um potencial insuficientemente explorado no processo de ensino-aprendizagem. Hegemonicamente as pesquisas, as práticas didático-pedagógicas têm focalizado a dimensão cognitiva, secundarizando aspectos ligados ao interesse, à atribuição de significado, à motivação. Talvez este "reducionismo" seja uma das causas dos generalizados fracassos em termos de aprendizagem e também limitador no processo de formação de um cidadão crítico, participante na sociedade em que está inserido.

Para finalizar, levanto a possibilidade de que o acúmulo de anomalias, de fracassos generalizados no ensino de Física, para a maioria dos estudantes, talvez sejam indicativos de um paradigma esgotado, recorrendo a uma expressão kuhniana, ou de um programa de pesquisa degenerativo, usando um termo lakatosiano. Refiro-me ao paradigma onde a atividade normal (ciência normal) consiste no ensino propedêutico/disciplinar/conceitual. Talvez seja salutar uma "revolução", uma mudança de paradigma. Talvez a passagem da abordagem conceitual para a abordagem temática.

Nas últimas décadas, tivemos avanços consideráveis na pesquisa em ensino de Ciências/Física. Contudo, perduram os fracassos generalizados, aspecto não atribuível, exclusivamente, porque "os resultados das pesquisas não chegam na escola", aos estrangulamentos estruturais/conjunturais. No atual cenário, há uma total ausência de perspectivas de reversão, aspecto tanto sinalizado por bibliografia nacional e internacional, quanto por estatísticas do número de alunos reprovados/excluídos do processo educacional.

Na maioria dos outros campos da atividade humana em que houvesse o acúmulo de tantos fracassos, certamente se cogitaria de mudanças mais radicais. Contudo, assim como para Max Plank foi muito doloroso aceitar os limites da física clássica no que concerne à quantização da energia, também, para nós, talvez algo semelhante esteja acontecendo enquanto comunidade de pesquisa-ensino de Ciências/Física. Aceitar anomalias em um paradigma "tão bem estabelecido", o qual deixou profundas marcas em nossa histórica individual, porém, acumulador de fracassos e de relevância questionável para a maioria dos educandos, parece-nos difícil.

Por fim, receio que, se a postulada Alfabetização Científico-Tecnológica estiver calcada no paradigma propedêutico/disciplinar/conceitual, continuaremos fazendo a mesma coisa, apenas mudando o rótulo. Jogar, para dentro da ACT, a perspectiva propedêutica, um ensino unicamente disciplinar, bem como conceber os conteúdos como um fim em si, significa, no meu entender, manter intocável o "núcleo duro" de um "paradigma" colecionador de anomalias, de fracassos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO DÍAZ, J. A A Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: Una breve revisión del tema. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona, año II, n.3, p. 75-84, Enero 1995.

ACEVEDO DÍAZ, J. A A La Tecnologia em las Relaciones CTS. Una Aproximación al Tema. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v.14, n.1, p. 35-44, 1996.

ACEVEDO DÍAZ, J. A. **Publicar ou Patentear?** Hacia una Ciencia cada vez más ligada a la Tecnología. [www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm](http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm), 18 de agosto de 2001.

AIKENHEAD, G.S. e RYAN, A G. The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). **Science Education**, v. 76, n. 5, p. 477-491, 1992.

AMORIM, A. C. **O Ensino de Biologia e as Relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio?** Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação, UNICAMP, 1995.

ANGOTTI, J. A. e DELIZOICOV, D. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

ANGOTTI, J. A. Conceitos Unificadores e Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V. 15, n. (1 a 4), p.191-198, 1993.

AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio**. Belo Horizonte: v. 3, n. 2, p. 105-115, 2001.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.

AUTH, M. A **Formação de Professores de Ciências Naturais na Perspectiva Temática e Unificadora**. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.

BASTOS, F. P. **Alfabetização Técnica na Disciplina de Física: Uma Experiência Educacional Dialógica**. Dissertação. Florianópolis: CED/UFSC, 1990.

CACHAPUZ, A F. Epistemologia e Ensino das Ciências no Pós-Mudança Conceptual: Análise de um Percurso de Pesquisa. **Atas do II ENPEC**, Vallinhos, 1999.

CEREZO, J. A. L. *Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 1-25, septiembre-diciembre 1998.*

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A e PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FOUREZ, G. *et al.* **Alfabetización científica y tecnológica**. Buenos Aires: Colihue, 1999.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_. **Pedagogia da Esperança: Um Reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GARCÍA, J. E. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares**. Sevilla: Díada Editora, 1998.

GÓMEZ, R. J. Progreso, determinismo y pessimismo tecnológico. **Redes**. Buenos Aires: v. 4, n. 10, p.59-94, outubro de 1997.

KRASILCHIK, M. Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil. **Em Aberto**. Brasília: ano 11, n. 55, p. 5-8, 1992.

KRASILCHIK, M. Ensinando Ciências para Assumir Responsabilidades Sociais. **Revista de Ensino de Ciências**, n. 14, p. 8 –10, 1985.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 5 ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.

LUJÁN, J. L. *et al.* **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología**. Madrid: TECNOS, 1996.

MENEZES, L. C. **Crise, Cosmos e Vida Humana**. Tese de Livre Docência. São Paulo: IFUSP, 1988.

MORAES, E. C. **A Construção do Conhecimento Integrado diante do Desafio Ambiental: Uma Estratégia Educacional**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1998.

PERNAMBUCO, M. M. C. A . **Ensino de Ciências a Partir de Problemas da Comunidade**. Dissertação. São Paulo: IFUSP/FEUSP, 1981.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - Secretaria Municipal de Educação, **DOT-2 & NAEs**. Movimento de Reorientação Curricular, 1995.

PSSC - **Physical Science Study Committee. Physics**. Boston: D.C. Heath, 1960.

SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão**: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira. Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 1992.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio**. Belo Horizonte, v.2, n.2, p. 133-162, 2000.

SNYDERS, G. **A Alegria na Escola**. São Paulo: Manole, 1988.

SOUZA CRUZ, S. M. S. C. **Aprendizagem Centrada em Eventos**: Uma Experiência com o Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2001.

SOUZA BARROS, S. **O Acidente de Goiânia**: Subsídio para um Módulo de Ensino Relacionado a CTS. Projeto de Pesquisa. Rio de Janeiro: Instituto de Física/UFRJ, 1989.

TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1994.

TRIVELATO, S. L. F. **Ciência/Tecnologia/Sociedade: Mudanças Curriculares e Formação de Professores**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1993.

WAKS, L. Value Judgment and Social Action in Technology Studies. **Journal of Technology and Design Education**, v.4, p.35-49, 1994.

ZANETIC, J. **Física Também é Cultura**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1989.

ZARAGOZA, F. M. **La ciencia: por qué y para quién?**. [www.campus-oei.org/salactsi/mayor.htm](http://www.campus-oei.org/salactsi/mayor.htm), 25/08/2001.

ZYLBERSZTAJN, A. *et. al.* Aprendizagem Centrada em Eventos: Uma Experiência no Ensino de Ciência Tecnologia e Sociedade. **Atas do IV EPEF**. Florianópolis, 1994.

*Data de recebimento: 19/01/2004*

*Data de aprovação: 31/05/2004*