

# **O ENSINO DA TECNOLOGIA NAS CIÊNCIAS DO NÍVEL MÉDIO: CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES E PERSPECTIVAS TEÓRICAS**

Elio Carlos Ricardo

(Curso de Física – Universidade Católica de Brasília/DF – Apoio PRPPG - UCB/DF)

José Francisco Custódio

(Departamento de Física – Universidade do Estado de Santa Catarina/SC)

Mikael Frank Rezende Junior

(Departamento de Física e Química – Universidade Federal de Itajubá/MG)

## **Resumo**

O presente trabalho consiste de uma discussão sobre as concepções dos professores das disciplinas científicas do nível médio acerca da tecnologia como objeto de ensino na escola, bem como reflexões sobre a possibilidade de tornar os saberes escolares um instrumento de análise crítica e compreensão do mundo contemporâneo. A partir de entrevistas semi-estruturadas, da qual se optou por uma análise com um enfoque qualitativo, observou-se dentre os entrevistados (29 professores de Física, Química, Biologia e Matemática de várias regiões do país) a visão predominante de que, ao mesmo tempo em que a tecnologia como objeto de ensino parece ser pertinente, sua implementação em sala de aula não tem se apresentado fácil e, ademais, ainda carregada de uma compreensão pouco clara da tecnologia para além da ilustração complementar aos conteúdos clássicos. Das considerações acima, destacamos a importância dessa temática na formação inicial e continuada de professores e da relevância decorrente dessa discussão no período de escolarização básica.

**Palavras-chave:** Ensino de Tecnologia, Saberes Escolares, Ensino Médio.

## **I. Introdução**

Os defensores da divulgação científica apoiam-se na necessidade de levar os mais recentes resultados da ciência até a população leiga, a fim de que esta esteja esclarecida acerca dos acontecimentos sociais significativos que envolvam aspectos científicos e possa, dessa maneira, emitir juízo de valores e tomar decisões.

Essa, de fato, é uma expectativa para a qual não se tem a garantia de sucesso. O objetivo é nobre, mas a premissa pode ser falsa. Ou seja, ainda não há uma cultura científica permeando os interesses populares. Pode-se, ao contrário, verificar mais riscos que benefícios em uma divulgação científica pouco cuidadosa, na medida em que tal empreendimento se reduz a uma semicultura e a uma visão mítica da ciência, em especial quando aparecem termos como Relatividade ou Física Quântica. A imaginação popular é fértil para derivar daí os mais variados produtos com forte apelo mercadológico, os quais pouco ou nada esclarecem a respeito da ciência. Isso se torna ainda mais curioso quando se entende que a ciência surgiu, em certa medida, para superar o mito.

Entretanto, há uma outra forma de acesso aos avanços científicos: a tecnologia. Esta sim presente no dia a dia de praticamente todas as pessoas, mesmo que não a percebam. Isso não significa, todavia, que a tecnologia seja mera aplicação da ciência. Mas, se a via da divulgação não tem se mostrado efetiva para uma visão crítica da população leiga em

relação à ciência, que alternativa se teria? A resposta a essa pergunta parece simples: a escola. No entanto, tal simplicidade esconde grandes dificuldades, pois implica uma revisão dos objetivos educacionais, em especial das disciplinas científicas, incluindo não apenas a modernização de conteúdos, mas também a reorientação das práticas docentes.

Ocorre, porém, que a escola também enfrenta uma crise, conforme destaca Perrenoud (1999), na medida em que os alunos não vêem o sucesso escolar como uma garantia de proteção contra as dificuldades que esperam encontrar depois dela. Nesse sentido, a escola se afasta da realidade vivida pelos alunos e a pertinência dos conteúdos escolares é questionada. Para que serve isso que eu estou aprendendo? Essa é uma questão comum nas salas de aula e constitui uma explícita manifestação dos alunos em relação ao que pensam sobre os conteúdos escolares. Paradoxalmente, a resposta a essa pergunta não é tão simples.

Respostas como “por que cai no vestibular!” não são mais suficientes. Isso se torna mais verdadeiro quando se trata das disciplinas científicas, as quais parecem ter maior desaprovção dos alunos. Nesse caso surgem, por exemplo, respostas do tipo: você tem que aprender física porque estamos em um ambiente cercado por tecnologias e você precisa entender esse mundo. No entanto, a física apresentada na escola, tem nada ou muito pouco a ver com as tais tecnologias. Estas acabam servindo para justificar o ensino das disciplinas científicas, seja pela sua presença cada vez maior no dia a dia, seja como campo de aplicação da ciência.

Tais justificativas, na maioria das vezes, não se sustentam pelas escolhas didáticas feitas e acabam por revelar algumas concepções e representações sociais correntes nas práticas docentes. Uma delas é atribuir à tecnologia um papel secundário em relação à ciência. Outra é confundir a ciência com o seu ensino, pois a necessidade de pesquisas científicas e conseqüentes avanços tecnológicos podem justificar a ciência, mas não necessariamente sustentam o ensino desta na escola, já que não são a mesma coisa, embora estejam relacionadas.

Tais discussões assumem maior importância quando se pretende universalizar a escola básica, como é o caso do sistema educacional brasileiro nos últimos anos. Sabe-se, todavia, que a ampliação do acesso à educação formal não veio acompanhado de qualidade. Além disso, verifica-se nos documentos oficiais, Diretrizes e Parâmetros Curriculares, uma preocupação em privilegiar o conhecimento científico e tecnológico, associados, freqüentemente, com habilidades básicas para a empregabilidade. Nesse sentido, os aspectos científicos e tecnológicos ganham força, mas com outras finalidades, para além do mero acúmulo de informações. Espera-se que tais conhecimentos sejam incorporados criticamente de maneira a constituir-se como cultura esclarecida. Desse modo, não apenas os conteúdos escolares estão à prova, mas também as práticas docentes. Porém, qual é a visão dos educadores a respeito da relação entre a ciência e a tecnologia? A tecnologia pode ser considerada um objeto de ensino ou ainda deve figurar entre as interpretações de uma ciência aplicada?

Busca-se, neste trabalho, discutir as concepções dos professores das disciplinas científicas do nível médio acerca da tecnologia como objeto de ensino na escola, bem como algumas possibilidades de tornar os saberes escolares um instrumento de análise crítica e compreensão do mundo contemporâneo. Isso traz, evidentemente, implicações na formação dos professores.

## **II. Aspectos Metodológicos**

Optou-se por uma pesquisa com enfoque qualitativo, utilizando-se de entrevistas semi-estruturadas para a análise e coleta de dados. Tal escolha procura privilegiar as

práticas sociais em seu ambiente, exigindo-se do pesquisador um contato mais próximo com o contexto no qual ocorre o fenômeno educacional que se pretende investigar (Triviños, 1987).

A entrevista semi-estruturada se apresenta como um caminho viável para a coleta e análise de dados, na medida em que permite aos entrevistados a condição de sujeitos da pesquisa e dá a eles a liberdade para expressarem suas opiniões e reflexões a partir de temas propostos pelo pesquisador (Richardson, 1985). Dentro do tema “ensino de tecnologia”, o principal sub-tema das entrevistas foi: a concepção que os professores das disciplinas científicas do nível médio têm em relação à tecnologia como objeto de ensino.

O ponto de partida para o questionamento aos entrevistados foram a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/96), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para este mesmo nível de ensino (PCN e PCN+). Vale destacar que este último é praticamente desconhecido dos professores (Ricardo e Zylberstajn, 2002). Esses documentos colocam as disciplinas de biologia, física, matemática e química na área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e propõem, portanto, estas últimas como objeto de ensino no currículo escolar. Assim, foram elaboradas questões do tipo: a) Como você vê a relação entre a ciência e a tecnologia? b) Como você entende que seria o ensino da ciência e da tecnologia na sala de aula? c) Você procura levar a discussão sobre tecnologia para a sala de aula? Essas foram apenas algumas questões que balizaram as entrevistas, o que não significa que foram feitas exatamente dessa maneira para os professores, pois na pesquisa qualitativa as questões se re-alimentam e surgem novos questionamentos.

Para esse trabalho foram entrevistados quinze professores, das disciplinas de biologia, física, química e matemática de duas escolas públicas de grande porte, uma de Florianópolis – SC e outra do Distrito Federal. Além disso, foram entrevistados mais quatorze professores de escolas públicas de várias regiões do Brasil (Florianópolis, Cuiabá, Vitória, João Pessoa, Manaus e Brasília), por oportunidade, durante seis seminários realizados pelo MEC para discutir os Parâmetros Curriculares Nacionais, no ano de 2004, que contou com a participação de professores atuantes em sala de aula no ensino médio.

### **III. Discussão dos Resultados**

Pretende-se expor aqui a opinião e/ou a concepção dos professores sobre a inclusão das tecnologias como conteúdos de ensino no nível médio, associadas às disciplinas científicas. Para isso, são apresentados os aspectos mais relevantes que servirão para elaborar um cenário em relação ao tema investigado, considerando-se que nos últimos anos tem-se falado muito em Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e no movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), os quais serão retomados sob alguns aspectos no item final.

Uma primeira verificação possível é a redução da tecnologia ao uso da informática na sala de aula, não como objeto de ensino, mas como instrumento de ensino, conforme se observa nas falas abaixo:

*“Temos aqui uma sala com informática, onde tem também uns programinhas que o aluno vai acessando e avançando no conteúdo. Tudo isso soma. Eu acho que os alunos hoje estão mais ligados nesse meio e têm acesso rápido, a mecânica do funcionamento deles é prática, alguma coisa é familiar para alguns deles e, para outros, que não é familiar, vão se adaptando até por curiosidade.” (P1 – química).*

*“A minha impressão é a melhor possível, porque como a gente está, digamos assim, evoluindo cientificamente e tecnologicamente, até agora é uma fase de transição, não da tecnologia, mas sim da educação, está sendo voltada mais para a ciência e*

*tecnologia, então está passando, por exemplo, pela informática. Formação na informática para os alunos seria muito bom.” (P3 – física)*

*“Nós temos 15 computadores, para uma escola com quase dois mil alunos, então a gente tenta, dentro da possibilidade, colocar uma turma de alunos ali para fazer uma pesquisa.” (P27 – química)*

As declarações sugerem uma estreita relação entre a tecnologia e o uso de aparatos tecnológicos em sala de aula, mais precisamente a informática. O professor P1 destaca que as atividades com o uso do computador envolvem os alunos, mesmo que seja pela curiosidade. Entretanto, percebe-se que não houve mudanças relacionadas aos conteúdos ou às práticas, pois há apenas uma variação pontual apoiada mais na novidade do que em reorientações didático-pedagógicas. Todas as declarações reduzem a tecnologia ao uso de instrumentos tecnológicos, sem os explorar como objeto de ensino. Isso implica, entre outras coisas, dificuldades como a apontada por P27, já que as escolas têm carência de equipamentos suficientes para atender ao grande número de alunos. Essa visão parcial do que seja a presença da tecnologia no currículo escolar pode levar ao seu abandono. Uma outra concepção a respeito da tecnologia é o uso de meios audiovisuais, conforme declaram:

*“E aí eu penso que uma sala de aula tem que ter vídeo, computador e uma televisão grande para que o aluno manuseie e tenha acesso a conhecimentos imediatos, mas não tem, essa sala não existe aqui.” (P2 – química)*

*“A tecnologia que a gente usa aqui é o vídeo, a televisão e o retroprojeto, esses tipos... e o projetor de slides. É a tecnologia que nós usamos aqui. É uma tecnologia ultrapassada.” (P14 – física)*

*“No vídeo aqui no laboratório nós já trabalhamos. Eu passo algumas fitas aí, eu passo uma fita de dez minutos, minha aula é de quarenta e eu aproveito o restante no quadro, repasso o conteúdo, reforço.” (P1 – química)*

Mais uma vez a tecnologia é entendida como mera utilização de aparatos, como vídeo, retroprojeto e outros. Tais recursos são utilizados para se trabalhar com os conteúdos disciplinares e não como fonte de discussão sobre a tecnologia, como se poderia fazer com algum vídeo, por exemplo. Na expectativa de atrair os alunos tais meios são utilizados, mas não refletem mudanças sensíveis. Busca-se sair do ambiente tradicional das aulas, relacionado frequentemente como tedioso, cansativo, de pouco interesse dos alunos, mas a pertinência dos conteúdos escolares não são questionados pelo professor. Há uma tentativa de encontrar novos meios para transmitir as mesmas informações. No entanto, alguns professores observam que há certas limitações no uso que fazem desses recursos, em especial o computador:

*“O computador também é [tecnologia] e se pretende utilizar o computador como instrumento de tecnologia, mas em sala de aula é mais complicado isso. Por exemplo, a gente cita a tecnologia de semicondutores. Por exemplo, quando se fala de eletricidade, a gente fala sobre hidrelétrica, quando se fala de energia e assim por diante. Mas, do ponto de vista teórico, porque do ponto de vista da prática [usa], às vezes, um filme ou coisa assim.” (P14 – física)*

*“O nosso colégio tem um setor de informática e tem algumas aulas prontas que o professor pode levar os seus alunos para trabalhar direto com o computador, mas poderia ter [alguma] coisa além disso.” (P10 – matemática)*

Na primeira fala já começa a haver uma visão além do uso apenas do computador, aparece assuntos ligados à tecnologia, como os semicondutores e as hidrelétricas. O professor P14 destaca ainda que tais assuntos são discutidos teoricamente ou com o auxílio

de imagens, como vídeo, por exemplo. Permanece, no entanto, a mera informação genérica sobre o tema, mais a título de curiosidade ou ilustração. P10 assume que o recurso da informática na aprendizagem poderia ser mais explorado, uma vez que, freqüentemente, não muda muito em relação à abordagem dada na sala de aula. Isso pode estar associado ao desejo de tirar os alunos da sala de aula, mas essas mudanças nem sempre constituem aprendizagens significativas, pois as construções didáticas permanecem igualmente distantes dos referenciais dos alunos, além do risco em confundir a simulação realizada no computador com o fenômeno ou o real.

Uma outra concepção em relação à tecnologia é o *status* a ela atribuído frente à ciência. As declarações abaixo ilustram essa visão:

*“A física aplicada à tecnologia, certo? Esquecer o substrato da física e trabalhar com a parte aplicada dela. É isso? Pois é, é aquela história, a física é uma ciência básica. Acho que é uma ciência que pesquisa, que procura explicar fenômenos e tudo mais. Eventualmente, por explicar fenômenos, é que ela conseguiu fazer tecnologias. A tecnologia usou a física para se desenvolver; a tecnologia surgiu depois da física. É claro que para motivação do aluno eu acho que é interessante, mas não se esquecer a ciência básica que ela continua sendo. [se não] vira uma engenharia.” (P5 – física)*

*“Dei todos os conceitos para trabalhar com o chuveiro e a lâmpada, a resistência, o conceito de resistência, fatores que influenciam na resistência usando o chuveiro elétrico e a lâmpada. Aí parece que não é algo tecnológico. Mas eu falo, assim, não é uma tecnologia tão avançada, mas eu vejo isso como algo que é uma evolução tecnológica.” (P13 – física)*

Principalmente na primeira fala, fica clara a idéia da tecnologia como aplicação da ciência, em particular a física. Além disso, assume-se a visão de que a ciência sempre precede a tecnologia, o que não é historicamente verdadeiro, basta lembrar da máquina térmica, das máquinas elétricas e das bombas de vácuo. Outros exemplos, como a invenção do telescópio e do microscópio evidenciam a precedência de instrumentos tecnológicos que nascem de uma necessidade científica. Atualmente se poderia acrescentar a esses exemplos os grandes aceleradores de partícula. Outra concepção presente na fala do professor P5 é o uso da tecnologia como mera motivação para os alunos e não como objeto de discussão e/ou ensino. Ocorre, todavia, que os conceitos físicos trabalhados na sala de aula, pouco ou nada têm a ver com a tecnologia que os “motivou”. Além do mais, é corrente no nível médio o ensino apenas dos produtos científicos, ou seja, transmite-se uma visão de ciência pronta e final, sem mencionar o processo de investigação científica e seus aspectos históricos, culturais e sociais.

Na declaração de P13 começa a haver um questionamento se os aparatos mencionados são ou não tecnologia. Talvez esteja implícita a intenção de aproximar os conteúdos escolares do dia a dia do aluno. Uma outra declaração associa a tecnologia às necessidades humanas:

*“(...) nenhum processo físico, um invento novo vai para a sociedade sem haver uma necessidade que a própria sociedade colocou. Por exemplo, ninguém inventou a geladeira porque o cara quis inventar a geladeira. A sociedade cobrou dele. Por mais que ele tenha lá guardado lá dentro, mas ele vai pegar aquele material dele e colocar nessa situação.” (P18 – física)*

Aqui também está presente a concepção de tecnologia como aplicação da ciência. Mas, entram em cena fatores externos, ou sociais, que movem os avanços tecnológicos e científicos. Entretanto, seria necessária uma discussão mais extensa acerca do empreendimento científico, pois fatores internos à ciência também são os motores de avanços científicos e interferem no seu conteúdo, o que não ocorre com os parâmetros externos, ao menos quando se pretende evitar uma posição relativista. Não que isso

signifique atribuir uma neutralidade à construção da ciência, mas seria pertinente diferenciar o processo da elaboração das teorias científicas e o produto dele advindo. Outra questão que passa despercebida é o fato de que cada vez mais há criações tecnológicas que alimentam principalmente o consumo e, secundariamente, se o fazem, suprem as necessidades humanas. Veja-se, por exemplo, sucessivos modelos de telefones celulares.

Outras declarações expressam algumas dificuldades para se ensinar tecnologia, conforme ilustram as falas a seguir:

*“Um dos grandes problemas que nós temos, nós professores, é fazer com que a gente dê um conteúdo contemporizado e atualizado. É um grande problema nosso. Eu sinto que quando os alunos não querem [nada] com a aula, às vezes, é porque a gente não consegue chamar a atenção deles em determinados temas. Então, ele fica disperso.” (P14 – física)*

*“Não está tendo essa abordagem, a gente não aborda a tecnologia. Primeiro, porque a tecnologia em química não é uma coisa fácil, não é uma coisa acessível, e na química hoje, no ensino de química da escola pública, com duas aulas por semana, a gente fica muito no básico, nos conceitos fundamentais.” (P15 – química)*

A primeira fala talvez identifique uma das razões em se utilizar a tecnologia para chamar a atenção do aluno, ou de utilizar a informática. No entanto, conforme já foi discutido anteriormente, não basta mudar de ambiente ou de estratégia para o ensino de assuntos envelhecidos didaticamente. Além da revisão das práticas educacionais, os conteúdos ensinados precisam ser repensados. Isso se aplica também para a segunda declaração. Curioso verificar que P15 entende que a química está distante da tecnologia, quando há uma indústria química fortemente associada a problemas ambientais, alimentares, a produtos de beleza e farmacêuticos, para citar apenas alguns exemplos. Esses temas seriam excelentes oportunidades para atualizar os saberes escolares, cuja necessidade ressaltou o professor P14.

Entretanto, algumas inovações começam a aparecer nas aulas, segundo destacam as declarações a seguir:

*“(...) eu levo disquete, eu levo CD, o funcionamento, para que serve, alguns equipamentos de rádio, mas é uma coisa minha, pessoal. Eu discuto com os alunos o funcionamento, o que é informática, o que é o computador, para que serve, o que é uma placa mãe, um pouco de conhecimento que eu adquiri nesse tempo. Eu discuto com os alunos, mas eles não têm acesso ao computador, à prática da tecnologia em informática.” (P25 – física)*

*“(...) quando você começa a trabalhar o conteúdo de ondas e começa a falar que dentro da sala de aula tem uma quantidade grande de ondas passando por ali, rádio, televisão, celular e tudo mais, então você começa a dar sentido para aquilo. [é melhor] do que você simplesmente colocar uma equação e começar a trabalhar. Então isso ajuda bastante.” (P26 – física)*

As inovações ainda são tímidas, na medida em que servem mais como ilustração ou exemplos de aplicação. A tecnologia ainda não assumiu o *status* de conteúdo escolar. Ocorre, muitas vezes, que a tecnologia serve como uma justificativa para o ensino da ciência, pois os alunos freqüentemente questionam a pertinência de se aprender tais assuntos. De outra parte, é comum que após o estímulo inicial, a prática se volta para os mesmos conteúdos específicos que nada, ou muito pouco, têm a ver com a tecnologia inicialmente associada a ele. Todavia, é louvável iniciativas que procuram trazer para a sala de aula algo novo, na medida em que podem induzir uma revisão dos programas e práticas escolares, oferecendo aos alunos a oportunidade de questionar e investigar. Esta sim, seria uma habilidade cara ao ensino das ciências.

Alguns professores reconhecem suas dificuldades em trazer para a escola a tecnologia e apontam a formação como um dos principais problemas, conforme declaram:

*“Você pode trazer para a sala de aula como funciona o Raio-X, o que aconteceu, como é que o cara chegou ali, porque é que começou a estudar. Essas coisas eu acho importante, um tema muito importante e eu acho possível de se fazer na sala de aula. Mas, a gente recai naquela questão crucial que é a formação do professor.” (P20 – física)*

*“Eu vejo primeiro como um desafio ao professor. A maior dificuldade que eu vejo, assim, da inserção da ciência e da tecnologia nas aulas de física, eu vejo mais a dificuldade pelo professor. Seja pela formação, seja pelo não acesso às revistas, até mesmo Internet. Tem muitos professores que ainda não têm computador.” (P21 – física)*

*“Mas, a gente não tem como mostrar para ele como a física passa daquele conteúdo que ele viu em sala para os avanços tecnológicos que tem.” (P27 – química)*

A formação do professor, inicial e continuada, ainda permanece sendo um problema a ser enfrentado com seriedade, principalmente esta última, pois não se pode deixar apenas aos novos professores a responsabilidade de modernizar a escola e torná-la compatível com a sociedade contemporânea, em consonância com os anseios pessoais e coletivos dos alunos. De outra parte, o ponto de partida para inovações não deveria ser unilateral, ou seja, não seria uma boa estratégia esperar passivamente que as coisas aconteçam. As ações teriam que partir também, talvez principalmente, dos professores. Estes que deveriam assumir-se como protagonistas do processo de ensino. Por outro lado, reconhecidamente as dificuldades profissionais são grandes. Melhorias nas condições de trabalho e mudanças didático-pedagógicas poderiam seguir paralelamente, não sendo necessário, obrigatoriamente, que uma preceda a outra.

Em relação à formação inicial, a última fala expressa bem o problema, pois as licenciaturas parecem não estar habilitando os futuros professores para o ensino das disciplinas científicas mais próximo da atualidade. Isso se torna mais claro não apenas nas declarações utilizadas aqui para ilustrar o cenário atual, mas principalmente nas dificuldades enfrentadas pelos entrevistados para falar sobre o tema. Nenhum dos entrevistados da área de biologia, por exemplo, relacionou sua disciplina com as pesquisas atuais em clonagem, melhoramento genético de sementes, agro-negócio e outros. Foram mais comuns respostas que afirmavam a inexistência de relação com os conteúdos escolares e as tecnologias sem, contudo, haver um questionamento acerca de sua atualização. A dificuldade em abordar o tema já seria um indício da necessidade de sua discussão nos meios educacionais. Assim, não se pode atribuir a maior parcela da culpa apenas ao professor.

#### **IV. Considerações finais**

A partir das reflexões anteriores, qualquer tentativa de extrapolação para um cenário mais amplo do que o pesquisado corre riscos. No entanto, foi possível observar entre os entrevistados que ao mesmo tempo em que a tecnologia como objeto de ensino parece ser pertinente na sociedade contemporânea, sua implementação em sala de aula não tem se mostrado fácil, por vários problemas, alguns dos quais já mencionados. De fato, verifica-se que mesmo a compreensão da tecnologia para além de ilustração complementar aos conteúdos clássicos ou da utilização de produtos tecnológicos é pouco clara.

Um dos principais obstáculos para a superação desse estado adentra no campo epistemológico, pois se refere ao *status* atribuído à tecnologia em relação à ciência. Isso se

manifesta principalmente quando se assume aquela como mera aplicação desta, o que já foi apontado por Gérard Fourez (2003) ao salientar que:

*A ideologia dominante dos professores é que as tecnologias são aplicações das ciências. Quando as tecnologias são assim apresentadas, é como se uma vez compreendidas as ciências, as tecnologias seguissem automaticamente. E isto, em que pese na maior parte do tempo, a construção de uma tecnologia implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação das ciências. (Fourez, 2003, p.10)*

Na seqüência, o autor afirma ainda que se as tecnologias forem compreendidas simplificada e inviabilizaria seu estudo crítico e se assume a utilidade e a aplicabilidade como sendo bom por si mesmas. Desse modo, Fourez (1997 e 2003) defende que os alunos deveriam compreender o funcionamento dos aparatos tecnológicos, bem como as implicações sociais da tecnologia, para negociar com os produtos científico-tecnológicos que estão em sua volta e estar em condições de entender que se estabelecem relações de poder a respeito de seu uso. Isso se evidencia quando historicamente se verifica que ao mesmo tempo em que a ciência e a tecnologia garantiram a sobrevivência e, em certa medida, a melhoria na qualidade de vida do homem, ultrapassaram o atendimento das necessidades básicas e criaram novas necessidades e asseguraram também àqueles que às detêm a possibilidade do controle sobre os outros homens.

Sob esse enfoque as críticas dirigidas às Diretrizes Curriculares e aos Parâmetros Curriculares, para as quais estes documentos subordinam as escolhas didáticas aos processos produtivos e aos meios de produção são enfraquecidas, pois a presença da tecnologia no currículo escolar ganha novo sentido: o de contribuir para o desenvolvimento da autonomia crítica do aluno.

Para isso, também a aproximação entre a tecnologia e a ciência teria que ser entendida. Poder-se-ia localizar historicamente no Renascimento a aproximação entre a técnica (ainda não seria próprio falar em tecnologia) e as ciências exatas, a fim de buscar um certo domínio da existência humana. É Karl Marx quem vai alertar para a dimensão ideológica da tecnologia e sua relação com o poder e com os interesses hegemônicos. Assim, a crítica deveria apontar para a compreensão da tecnologia como prática racional por excelência, sustentando, desse modo, uma tecnocracia, que consiste, conforme Fourez (1997) em *“uma abordagem que pretende evitar as negociações relativas à tomada de decisões, deixando-as aos técnicos, que atuarão de uma maneira menos “política” e mais “neutra”, baseando-se unicamente em resultados científicos e tecnológicos”* (p.23). Nessa perspectiva, destaca Fourez, a falta de uma cultura científica e tecnológica na população tornaria vulnerável os sistemas democráticos e a racionalidade como instrumento de crítica seria enfraquecida, conforme alertam Arendt (2003) e Habermas (1987).

O outro problema é a superação da tecnologia como simples aplicação da ciência, o que exigiria um modelo epistemológico próprio, conforme é defendido por Bunge (1980, 1985). A ausência de uma discussão gnosiológica acerca da tecnologia pode levar a interpretações discutíveis, como as mencionadas anteriormente, as quais têm implicações didáticas. Michel Caillot (1996), ao discutir a possibilidade de utilização em outras áreas do conhecimento do modelo teórico da Transposição Didática proposto inicialmente por Yves Chevallard (1991) para as matemáticas, verifica que a concepção de competências escolares entre as disciplinas de física e química, tidas historicamente como próximas, são muito distintas no programa curricular francês. Entre outras explicações, Caillot destaca que a física e a química atribuem distintos *status* à tecnologia. Para os físicos, interessa mais a *epistême*, os saberes oriundos dos cientistas e de sua potencialidade na compreensão do mundo. Os químicos, por sua vez, estreitam as relações com a *tekhné*. A isso se soma uma dimensão econômica. Ou seja, a química tem uma indústria química correspondente, que

acaba interferindo inclusive na formação profissional, o que acontece, se é que ocorre, em menor escala com a física. Caillot (1996) alerta que seria necessário reconhecer que os saberes escolares teriam outras fontes de saberes que não apenas aqueles oriundos das práticas científicas, mas também de outras práticas sociais, nas quais se daria a necessidade de conhecimentos.

Essa redução do *status* atribuído à tecnologia ante os ditos saberes teóricos (contemplativos) e práticos (ética e política, por exemplo) remonta a Aristóteles, embora este admitisse que a técnica contivesse saberes empíricos. Paradoxalmente, com a Revolução Industrial a tecnologia passa definitivamente a fazer parte da história humana e amplia suas necessidades. A partir daí o homem não procura mais se adaptar à natureza, mas busca adequar esta as suas demandas. Todavia, essa notoriedade não garantiu que a tecnologia fosse objeto de amplas discussões filosóficas, se comparada à ciência.

Utges *et al.* (1996) alertam que mesmo um conceito para a tecnologia ou uma distinção entre esta e a técnica não é simples. No entanto, é possível atribuir a esta as atividades artesanais que recorrem a saberes vulgares, enquanto que aquela está próxima das práticas industriais e/ou se serve de saberes científicos e que transformam, criam ou controlam coisas naturais ou sociais. Para Rosenblueth (1980), *“a tecnologia não está separada da teoria nem é mera aplicação da ciência pura: tem uma componente criativa particularmente manifesta na pesquisa tecnológica e no planejamento de políticas tecnológicas”* (p.191). Para este autor, as tecnologias são compatíveis com a ciência moderna e controláveis por seus métodos. Utges *et al.* (1996) acrescentam ainda que não seria prudente atribuir à ciência a racionalidade na compreensão dos fenômenos naturais e reservar à tecnologia o papel de ciência aplicada puramente empirista.

Uma possibilidade de distinção entre a ciência e a tecnologia estaria na intencionalidade que sustenta seus desenvolvimentos. Enquanto que a tecnologia se associa a uma funcionalidade e a uma utilidade, a ciência se apóia em pretensões menos imediatas. A isso se soma o fato de que em alguns períodos históricos os inventos tecnológicos precederam ou caminharam paralelamente à ciência, conforme foi discutido anteriormente. Atualmente, fica ainda mais difícil separar nitidamente os avanços científicos dos tecnológicos, bem como suas precedências, basta para isso recorrer a exemplos como aceleradores de partículas e a clonagem, além do aparecimento de novas especialidades científico-tecnológicas.

Cabe, todavia, questionar os objetivos que se espera atingir com a adoção da tecnologia como objeto de ensino. Uma abordagem poderia tratar da explicação dos aparatos tecnológicos, seu funcionamento, os conhecimentos científicos envolvidos e informações técnicas que pudessem orientar possíveis tomadas de decisões. Outra alternativa seria trazer para a escola saberes que têm suas origens nas tecnologias, como os sistemas complexos de controle, e a necessidade de planejamento e projetos, conforme sugere Cajas (2001), com destaque para o fato de que qualquer planejamento ou projeto implica fazer escolhas, privilegiar algumas coisas e sacrificar outras, implicando aspectos racionais, organizacionais e criativos.

O que se pretende não é formar alunos técnicos em alguma coisa, mas um sujeito que saiba encarar a tecnologia com responsabilidade e com senso crítico, superando inclusive a falsa necessidade de consumo que o mundo moderno parece impor às pessoas. Para isso uma reflexão filosófica acerca da tecnologia pode ser de grande ajuda, conforme ressalta Cupani (2004). Espera-se, finalmente, que as questões aqui levantadas contribuam para novas investidas na compreensão da tecnologia como um saber a ser ensinado na escola, para além da mera ilustração ou para equivocadamente justificar um ensino de ciência que serve apenas àqueles que terão a chance de prosseguir nos estudos.

## V. Referências Bibliográficas

ARENDRT, Hannah. *A Condição Humana*. Tradução de Roberto Raposo. 4. ed.. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003.

BUNGE, Mário. *Epistemologia*. São Paulo: T. A. Queiros/Edusp, 1980.

BUNGE, Mário. *Treatise on basic philosophy*. v.7, p.II. Life science, social science and thecnology. 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*, 19 (2), p.243-254, 2001.

CUSTÓDIO, José Francisco e RICARDO, Elio Carlos. Divulgação científica e indústria cultural: considerações acerca de uma semiformação. In: MOREIRA, Marco Antônio (Org.) *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. Bauru: ABRAPEC, 2003.

CHEVALLARD, Yves. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S.A., 1991.

CUPANI, Alberto. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. *Scientiae Studia*. São Paulo, v.2, n.4, p.493-518, 2004.

FOUREZ, Gérard. *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Traducción de Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.8, n.2, ago., 2003.

HABERMAS, Jürgen. *Técnica e Ciência como "Ideologia"*. Lisboa: Edições 70, 1987.

PERRENOUD, Philippe. *Construir as Competências desde a Escola*. Trad. Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

RICARDO, E. C. e ZYLBERSTAJN, A. O Ensino das Ciências no Nível Médio: Um Estudo sobre as Dificuldades na Implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.13, p.351-370, Florianópolis. Dez, 2002.

RICHARDSON, Robert Jarry *et al.*. *Pesquisa Social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas, 1985.

ROSENBLUETH, Emílio. Tecnologia e Filosofia. In: BUNGE, Mário. *Epistemologia*. São Paulo: T. A. Queiros/Edusp, 1980.

TRIVIÑOS, Augusto N. S.. *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

UTGES, Graciela *et al.*. Física y Tecnología. Una Integración Posible. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.2, p.108-120, 1996.