

TECNOLOGIA & CULTURA

Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ
Ano 10 nº 13 jul./dez. 2008



CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

Av. Maracanã, 229 - Maracanã
Rio de Janeiro/RJ - CEP 20271-110
www.cefet-rj.br



CTS – CIÊNCIA TECNOLOGIA, E SOCIEDADE – E ENSINO



CENTRO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
CELSO SÚCKOW DA FONSECA

Revista

Tecnologia & Cultura

Ministério da Educação - MEC
Secretaria de Educação Profissional e
Tecnológica - SETEC

CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

TECNOLOGIA & CULTURA - Revista do CEFET/RJ
Ano 10 - Número 13 - jul./dez. 2008
Tiragem: 1500 exemplares

Av. Maracanã 229 - CEP 20271-110 - Rio de Janeiro/RJ
Telefone geral: (21) 2566-3022 r. 3160
Telefax: (21) 2284-6021

<http://www.cefet-rj.br>
E-mail: revista@cefet-rj.br

Diretor-Geral
Miguel Badenes Prades Filho

Vice-Diretor
Carlos Henrique Figueiredo Alves

Diretor de Ensino
Maurício Saldanha Motta

Diretora de Pesquisa e Pós-Graduação
Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco

Diretora de Gestão Estratégica
Carmen Perrotta

**Conselho Técnico-Científico da
Revista Tecnologia & Cultura**
Presidente do Comitê Técnico-Científico
Marco Braga (CEFET-RJ)

Tecnologia & Sociedade

Marco Braga
(Editor / CEFET-RJ)
Marisa Brandão
(CEFET-RJ)
Monica Waldhelm
(CEFET-RJ)
Regina Viegas
(CEFET-RJ)
Alvaro Chrispino
(CEFET-RJ)
Gaudêncio Frigotto
(UFF)
Isabel Malaquias
(Universidade de Aveiro - Portugal)
Carlos Fiolhais
(Universidade de Coimbra - Portugal)
Olival Freire Junior
(UFBA)
Ana Margarida Campello
(FIOCRUZ)

Tecnologia & Gestão

Antonio Pithon
(Editor / CEFET-RJ)
José Antonio Peixoto
(CEFET-RJ)
José Dinis Carvalho
(Universidade do Minho - Portugal)
Rui Manoel Souza
(Universidade do Minho - Portugal)
Rogério Valle
(COPPE-UFRJ)
Luis Enrique Valdiviezo Vieira
(UENF)

Tecnologia & Inovação

Hector Reynaldo
(Editor / CEFET-RJ)
Maurício Motta
(CEFET-RJ)
Carlos Henrique Figueiredo Alves
(CEFET-RJ)
Américo Scotti
(Universidade Federal de Uberlândia)
Ari Sauer Guimarães
(UFRJ)
Ivani de Souza Bott
(PUC-RJ)

Editoria

Diretoria de Gestão Estratégica
Secretaria editorial - Edson Galiza

Revisão

Carmen Perrotta
Edson Galiza

Biblioteca Central

Leila Maria Bento
Ana Maria Milanez

Projeto Gráfico/Diagramação
Seção de Programação Visual - SPROV

Fernando da Silveira Bracet
Paulo Roberto Pires Macedo

Capa

Trabalho de interferência gráfica

Impressão

Setor Gráfico

Observações

Os conteúdos dos artigos publicados nesta Revista são de inteira responsabilidade de seus autores. Proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização dos autores.

- O Enfoque CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade e Seus Impactos no Ensino	07
Alvaro Chrispino	
- Concepciones de Profesores en Formación Inicial sobre Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología	18
Ángel Vázquez-Alonso / Maria-Antonia Manassero-Mas	
- Ciencia, Tecnología, Sociedad y Educación: una perspectiva de género	29
Silvia Porro	
- Aproximações sobre a Organização do Conhecimento Científico nas Propostas Pedagógicas baseadas em Paulo Freire e CTS no Ensino de Ciências	37
Guilherme Trópia / Fabrícia Amorim / Marcelo Camargo Martins	
- O que é CTS, afinal, na Educação Tecnológica?	46
Walter Antonio Bazzo / Luiz Teixeira do Vale Pereira	
- Entrevista	
Estudos CTS: Natureza e Sociedade na construção do conhecimento	55
Ivan da Costa Marques	
- Resenha	
Educação Tecnológica: Enfoques para o ensino de engenharia	60
Marco Braga	
- Dissertações	
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática	
Nº 1 - Uso de Ferramentas Livres para Apoiar Comunidades de Aprendizagem em Física	62
Nº 2 - Física na História: Um Caminho em Direção à Aprendizagem Significativa	62
Nº 3 - Aprendizagem Significativa em Ciências e Física com Alunos da Primeira Etapa do Ensino Fundamental e do Ensino Médio em Escolas Públicas	62
- Mestrado em Tecnologia	
Nº 1 - Mapeamento dos Contratos de Exploração de Patentes no Brasil Averbados no INPI no Período de 2000 a 2006	63
Nº 2 - Mapeamento de Informações Tecnológicas sobre o Biodiesel: Uma Visão dos Esforços de P&D no Mundo e no Brasil	63
Nº 3 - A Graduação em Engenharia Industrial no Brasil Face a outras Engenharias e as Atribuições Profissionais	64
Nº 4 - Acumulação Tecnológica e Inovação Industrial: Metodologia para Análise da Capacidade Tecnológica em Proteção e Controle de Subestações – O Caso Furnas Centrais Elétricas	64
Nº 5 - A Inclusão Digital: Estudo de Caso Oficina Esperança	65
Nº 6 - Construção de Sistema de Controle de Queima para a Indústria de Cerâmica Vermelha	65
Nº 7 - A Formação Profissional do Técnico em Eletrônica CEFET/RJ e o Mercado de TV Broadcasting: Estudo de Caso	66
Nº 8 - Ensino a Distância: O Curso de Licenciatura em Matemática do Consórcio CEDERJ sob a Ótica de Alunos	66
Nº 9 - Aplicação de Redes Neurais Artificiais em Identificação de Não-Linearidades Rígidas	67
Nº 10 - Análise do Desgaste em Ferramentas Revestidas e do Acabamento no Torneamento de Ferro Fundido	67
Nº 11 - Proposta de Modelo com Ênfase em Confiabilidade para o Curso Superior de Tecnologia de Soldagem na Universidade de Iguazu	68

A ciência e a tecnologia chegaram aos anos finais do século XIX com evidente prestígio. Grandes feiras universais foram criadas para celebrar os feitos de uma geração de cientistas e inventores que a cada dia transformava o mundo por meio de teorias e máquinas. Conquistas como a invenção da lâmpada elétrica, a construção das redes ferroviárias, o motor à explosão e o automóvel faziam crer que a partir daí tudo seria possível ao Homem. O ideal do progresso atingia seu ápice.

O fim da Primeira Grande Guerra Mundial trouxe algumas questões a serem pensadas. Contrariamente à visão de um progresso ilimitado, a união de ciência e tecnologia produziu uma destruição nunca antes vista.

O período entre guerras foi de intensas reflexões e debates. A superação da visão ingênua de um progresso sem fim, movido por teorias científicas que se concretizavam nos artefatos da tecnologia, teria de dar lugar a visões mais críticas. A ciência e a tecnologia apresentavam-se como fontes de benesses, mas eram capazes de sustentar novas formas de poder e, com ele, de aniquilamento da vida humana.

Todas essas questões instigaram filósofos, historiadores e sociólogos ao longo das décadas de 20 e 30 do século XX. A ciência e a tecnologia passaram a ser objeto de investigação de cientistas sociais.

Nos EUA, o sociólogo Robert K. Merton (1910-2003) escreveu em 1930 um estudo weberiano que ficou conhecido como *Ciência, Tecnologia e Sociedade no Século XVII Inglês*, em que procurava analisar o papel da ética protestante no contexto da Royal Society, principal patrocinadora da ciência britânica da época. O olhar sociológico para o passado procurava jogar luz sobre os acontecimentos do presente.

Em 1933, no II Congresso de História da Ciência realizado em Londres, o historiador soviético Boris Hessen apresentou o trabalho *As Raízes Sócio-Econômicas dos Principia de Newton*, que veio a provocar forte polêmica por expressar uma análise marxista para a elaboração da física newtoniana. A busca por compreender a elaboração de uma teoria científica a partir da estrutura econômica abriu uma nova linha de pesquisa na história da ciência, que ficou conhecida como "externalista". Inspirados em Hessen, vários historiadores procuraram ampliar esse campo de visão de forma menos determinista que o colega soviético, mas que buscava envolver ciência e tecnologia com o contexto social.

Em 1935, na Polônia, o médico judeu Ludwik Fleck (1896-1961) escreveu um estudo filosófico sobre o tratamento da sífilis. A abordagem dada por Fleck não se limitava às questões de cunho biológico ou médico, procurando olhar a doença de forma ampla. Em sua análise histórica dos tratamentos propostos no passado, Fleck mostrava como diferentes grupos, denominados por ele de "coletivos de pensamento", determinavam concepções distintas da doença, que acarretavam tratamentos também distintos. A principal obra de Fleck, *A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico* caiu no esquecimento durante várias décadas. Em 1963, o filósofo e historiador da ciência americano Thomas Kuhn (1922-1996) escreveu o célebre *Estrutura das Revoluções Científicas*, mencionando a obra de Fleck como uma importante referência de seu trabalho. Abriu-se aí um novo espaço de reflexão para a filosofia da ciência, que ainda via a construção do conhecimento como pura consequência de resultados empíricos complementados por estruturas lógicas de desenvolvimento.

O fim da Segunda Grande Guerra e os acontecimentos dela decorrentes amplificaram as inquietações do período entre guerras. Nos anos 60 e 70 começaram a surgir diversas linhas de investigação que se denominavam STS (Science and Technology Studies ou Science-Technology-Society), tanto na Europa como nos EUA. Nos anos 80, diversos departamentos já se encontravam consolidados e dedicados ao estudo das relações CTS (como foi denominado no mundo ibero-americano).

Não tardou para que educadores se interessassem pelo tema. A emergência da melhoria do ensino de ciências produziu diversos projetos de ensino que pretendiam apresentar ciência e tecnologia como construções sociais. Hoje, em diversos países já existem experiências consolidadas nesse campo e no Brasil, nos últimos vinte anos, surgiu um número expressivo de dissertações e teses nessa área. Os países ibero-americanos vêm se organizando e já começam a trocar experiências, a partir de encontros e congressos.

No presente número de **TECNOLOGIA & CULTURA**, estamos propondo uma reflexão sobre essa temática, não só no campo da compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, mas de suas aplicações no ensino. Pretendemos, com isso, dar uma contribuição aos debates e fomentar essa linha de investigação no CEFET/RJ.

Prof. Dr. Marco Braga

Presidente do Comitê Técnico-Científico

Prof. Dr. Alvaro Chrispino

Membro do Comitê Técnico-Científico

O Enfoque CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade e Seus Impactos no Ensino

Alvaro Chrispino

(...) é importante que a educação tecnocientífica esteja orientada para propiciar uma formação da cidadania que a capacite para compreender, para ser manejada e para participar de um mundo no qual a ciência e a tecnologia estão, a miúdo, mais presentes. Sem dúvida, o enfoque da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é especialmente apropriado para fomentar uma educação tecnocientífica dirigida à aprendizagem da participação, trazendo um novo significado para conceitos tão aceitos como alfabetização tecnocientífica, ciência para todos ou difusão da cultura científica.

Martin Gordillo e Osorio M., 2003

RESUMO: O presente trabalho apresenta o surgimento e a evolução do Enfoque CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, indicando alguns fatos e personalidades que marcaram esse surgimento e essa história. Aponta para o fato de que o Enfoque CTS não acolhe a visão herdada e linear de Ciência e de Tecnologia, valorizando a construção social da Ciência e da Tecnologia. Apresenta as tradições americana e européia e suas diferenças, para, ao final, apresentar as possíveis interações CTS e a importância da alfabetização do cidadão em Ciência e Tecnologia.

Palavras-chave: CTS; Educação Científica e Tecnológica; Ensino de Ciências e de Tecnologia.

ABSTRACT: This paper presents the development and evolution of a Focus STS – Science, Technology and Society, stating some facts and personalities that marked the rise and that story. It pointed to the fact that the STS Focus rejected the vision homestead and linear Science and Technology, valuing the social construction of Science and Technology. It presents the various American and European traditions and their differences to the end, make the possible interactions STS, and the importance of literacy of citizens in Science and Technology.

Keywords: STS; Scientific and Technological Education; Teaching of Science and Technology.

INTRODUÇÃO

A concepção clássica das relações entre a Ciência e a Tecnologia com a Sociedade é uma concepção eminentemente otimista e que reflete uma postura linear de progresso, simbolizada pela expressão encontrada no Guia da Exposição Universal de Chicago de 1933, segundo Sanmartín (1990, p.168): *A ciência descobre, o gênio inventa, a indústria aplica e homem se adapta, ou é moldado pelas coisas novas.*

O espírito contido nessa frase é mais facilmente identificado por uma equação simples: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social (Bazzo *et al*, 2003; López-Cerezo, 1997, 1998). Este é o chamado "modelo linear de desenvolvimento". Essa concepção, segundo Sarewitz (1996, p.17), foi apresentada originalmente por Vannevar Bush:

Os avanços na ciência, quando colocados no uso prático significam: mais trabalho, salários mais altos, horas mais curtas, colheita mais abundante, tempo mais livre para a recreação, para o estudo, para aprender a viver sem o trabalho fatigoso e enfraquecedor que tem sido a carga do homem comum do período passado. Mas, para alcançar estes objetivos... o fluxo do conhecimento científico novo deve ser contínuo e significativo. (Vannevar Bush, 1945)

O Relatório Bush solicitou uma liberdade plena para a pesquisa científica e tecnológica que, conforme tentou justificar seu autor, traria benefícios e vantagens, tal qual fez ao encerrar a

Segunda Grande Guerra com um artefato tecnológico produzido pela ciência mais avançada da época: a bomba atômica.

Por mais que a tradição tenha contemplado essa relação direta, ela não se sustenta quando buscamos algumas informações históricas:

- 1945: os Estados Unidos despejaram sobre a cidade de Hiroshima a primeira bomba atômica de urânio e, logo depois, outra sobre Nagasaki. O sucesso dos artefatos tecnológicos põe fim à segunda guerra mundial e marca a culminância do Projeto Manhattan, iniciado em 1942, em que diversos cientistas, trabalhando em grupos distintos, contribuíram para que o conhecimento científico se transformasse em tecnologia, permitindo a vitória política dos Estados Unidos sobre seu inimigo. O tempo demonstrou as conseqüências sociais para os sobreviventes civis dos episódios nucleares (Acevedo-Dias, Vasquez-Alonso e Manassero-Mas, s/d).
- 1957: a URSS havia colocado em órbita terrestre seu primeiro *Sputnik*, um satélite artificial pouco maior que uma bola de futebol. As repercussões sociais desse acontecimento foram enormes, e as crianças da chamada era atômica deram um passo na busca da era espacial (era pós-sputnik). Atualmente, as telecomunicações dependem de numerosos satélites artificiais para dar manutenção à grande rede de comunicação em tempo real que envolve o planeta (Acevedo-Dias, Vasquez-Alonso e Manassero-Mas, s/d).
- Contemporaneamente: o efeito estufa, que acelera o aquecimento global do planeta, a diminuição das camadas polares, a chuva ácida, a diminuição da camada de ozônio; a utilização de bombas de *napalm* nas guerras da Coreia e Vietnam; os submarinos que utilizam energia nuclear para sua propulsão; os acidentes industriais como os de *Bhopal* (Índia, 1984) e *Chernobil* (Ucrânia, 1986); os vazamentos de navios petroleiros (*Exxon Valdez*, Alaska, 1989, e *Jessica*, Ilhas Galápagos, 2001). Por outro lado, também já possuímos a penicilina e as vacinas, as novas técnicas de diagnóstico clínico, os transplantes e órgãos artificiais, a eletricidade, a maior produção de grãos de toda classe para alimentar uma humanidade crescente, as novas formas de comunicação, as tecnologias de informação, e muitos outros pequenos objetos tecnológicos de uso cotidiano que trazem conforto e facilitam nossas vidas.

Esses exemplos deixam claro que a relação direta apresentada pela tradição não é absolutamente

verdadeira. Há vantagens e benefícios, mas há também efeitos secundários que podem surgir a curto, médio e longo prazos. Há grupos sociais que, além de não serem beneficiados com o resultado tecnológico, podem sofrer perdas e restrições com a disseminação do aparato tecnológico.

Considerando esse conjunto extremo de conseqüências, grupos de ativistas iniciaram manifestações, questionando, e, logo depois, algumas vozes ligadas à Ciência e Tecnologia também apresentavam a necessidade de se discutir os riscos que surgiam da chamada prosperidade tecnológica. Dentre os nomes e feitos mais citados (Cutcliffe, 2003, p.8-11) estavam:

- Rachel Carson, que escreveu *Primavera Silenciosa* (1962), onde apresentava diversas questões em torno do uso de inseticidas químicos como o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), tido à época como grande alternativa, pois era barato e eficiente contra os mosquitos da malária e do tifo;
- Ralph Nader, ativista dos direitos do consumidor, que promoveu um grande movimento contra o que chamou de arrogância da indústria automobilística em torno da segurança e dos perigos dos modelos Corvaire, fabricados pela Chevrolet entre 1960 e 1969. Escreveu *Unsafe at Any Speed: The Designed-In Dangers of the American Automobile*;
- Derek J. de Solla Price, que, em 1963, escreveu *Little Science, Big Science*, onde debatia o crescimento do financiamento da tecnologia por parte do Estado, e que resultou na necessidade de se discutir uma "ciência da ciência", produzindo a Fundação para a *Ciência da Ciência*, em 1965, e diversas sociedades voltadas para a "responsabilidade social da ciência", na Inglaterra e em outros lugares.

Além desses grupos sociais, que se organizaram e produziram efeitos importantes para a reflexão em torno dos riscos que envolviam as tecnologias, esse período da história presenciou o surgimento de inúmeros grupos chamados ativistas, que, cada um à sua maneira, buscavam chamar atenção para os riscos a que estavam expostos os cidadãos. Durante a década de 1970, os mais significativos movimentos giravam em torno da energia nuclear e seus riscos, dos mísseis balísticos, do transporte supersônico, dos CFC usados em aerossóis, das primeiras discussões sobre o impacto de pesquisas genéticas, dentre outros. A década de 1980 presenciou uma importante discussão levantada por um sindicato de operários que solicitava uma

"Declaração de Direitos sobre a Nova Tecnologia" que exigia algum tipo de controle sobre o processo de trabalho, refletia a problemática laboral surgida do impacto das novas tecnologias de automação sobre a estabilidade no trabalho, a segurança dos trabalhadores e a redução de habilidades necessárias (Cutcliffe, 2003, p.9).

Devemos, pois, atentar para o poder de gerar benefícios que está latente na Ciência e na Tecnologia, sem descuidar do fato de que estas são manipuladas e dirigidas por decisões humanas. Se não estivermos atentos, deixaremos de viver a realidade para admirarmos os "mitos da Ciência e da Tecnologia", como propõe Sarewitz (1996, p.10-11), que enumerou o que chamou de mitos principais do sistema de pesquisa e de desenvolvimento, a partir da concepção tradicional da ciência e os de sua relação com a tecnologia e com a sociedade. São eles, numa versão simplificada, os seguintes:

- Mito do benefício infinito: Mais ciência e mais tecnologia conduzirão inexoravelmente a mais benefícios sociais. Este é o mito sobre o qual se baseia o modelo linear de Bush.
- Mito da investigação sem limites. Qualquer linha razoável de pesquisa sobre os processos naturais fundamentais é igualmente provável que produza um benefício social.
- Mito da responsabilidade: A avaliação pelos pares, a reprodutibilidade dos resultados e outros controles da qualidade da pesquisa científica expressam as responsabilidades morais e intelectuais no sistema de pesquisa e de desenvolvimento.
- Mito da autoridade científica: A pesquisa científica proporciona uma base objetiva para resolver as disputas políticas.
- Mito da fronteira sem fim: O conhecimento gerado na fronteira da ciência é independente de suas conseqüências práticas na natureza e na sociedade.

Na mesma linha de raciocínio, Cachapuz *et al* (2005) enumeram um conjunto de deformações que são reproduzidas na educação científica e tecnológica e que contribuem para a difusão de uma imagem deformada ou distorcida da C&T, tais como:

- Uma visão descontextualizada: os conhecimentos científicos e tecnológicos são, em geral, analisados como entes que não se comunicam com a sociedade e com o ambiente. Não se consideram os impactos que possam produzir ao longo do tempo.

- Uma visão elitista e individualista: a ciência e a tecnologia são vistas como o produto de atividade de "gênios isolados" e não como produto de trabalho coletivo, passando a falsa imagem de que o conhecimento científico é domínio de uma minoria especialmente privilegiada.
- Uma visão *empírico-indutivista* e *ateórica*: a ciência e a tecnologia são fruto eminentemente da observação e da experimentação, secundarizando o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação e das teorias como norteadoras do exercício experimental.
- Uma visão rígida e infalível: a ciência é infalível. Ao utilizar-se do chamado Método Científico, a certeza do resultado positivo é absoluta. Não se questionam a evolução do pensamento científico, as divergências entre as diversas correntes de pesquisa, a elaboração de hipóteses de trabalho que se confirmam – ou não – experimentalmente.
- Uma visão *aprobemática* e *ahistórica*: a ciência ensinada como narração de um corpo de conhecimento passado transmite a falsa idéia de que não houve rupturas ao longo de sua história e de sua construção. Antes de ser originada na certeza, a ciência e o conhecimento surgem de um problema, de uma provocação, de limite a ser superado.

Os mitos e as distorções da imagem da Ciência e da Tecnologia como nos apresentaram Sarewitz (1996) e Cachapuz *et al* (2005) explicam de certa forma a dificuldade de se transmitir o conhecimento científico de forma crítica, objetivando a melhor formação do cidadão que se aproprie dos conhecimentos a fim de melhor interagir com o meio social.

Há, certamente, uma grande semelhança com as questões que marcam o mundo moderno. Foram essas antecipações que permitiram que o tema impacto da ciência e tecnologia sobre a sociedade fosse ocupando espaços importantes no debate social e político, fosse ganhando espaço nas mídias e fazendo com que os cidadãos participassem um pouco mais sobre o conjunto de políticas públicas de Ciência e Tecnologia. Isto é, passassem a influenciar mais sobre os recursos públicos dirigidos para esses setores, sobre as escolhas de prioridades a serem financiadas com recursos públicos, sobre as análises de impactos desses aparatos sobre as pessoas, sobre a sociedade e sobre o meio ambiente.

O crescimento do movimento CTS foi de tal ordem que levou governos e organismos multilaterais a abrirem espaço nas agendas políticas para eventos / documentos internacionais que acolhessem tais

preocupações e a criação de associações voltadas para a temática. Dentre as comissões surgidas para atender a essa demanda, podemos citar como exemplos, nos Estados Unidos, a Agência de Proteção do Meio Ambiente (em 1969) e a Oficina de Avaliação da Tecnologia (em 1972).

A comunidade científica também apresentou suas preocupações por meio de organizações dirigidas às questões derivadas das relações CTS e os impactos da ciência e da tecnologia para a pessoa, a sociedade e o meio ambiente. São inúmeras as organizações ou grupos profissionais que criaram instituições voltadas para esse campo de estudo. Clutcliffe (2003) ressalta a Fundação Nacional de Ciências dos Estados Unidos, que criou o Programa de Ética e Valores em Ciência e Tecnologia, depois Programa de Dimensões Sociais da Engenharia, da Ciência e da Tecnologia, e a Fundação Nacional de Humanidades, que criou o Programa de Ciência, Tecnologia e Valores, agora Humanidades, Ciência e Tecnologia, entre outros.

A preocupação social, por meios organizados, com os impactos econômicos, sociais, ambientais, políticos, éticos e culturais da Ciência e Tecnologia e a busca de maior participação da Sociedade nas decisões envolvendo Ciência e Tecnologia são as marcas do que definiremos como Movimento CTS. Certamente, esta definição e a trajetória histórica que culmina numa definição é resultado da formação do autor. A tríade CTS envolve três grandes áreas com história e fundamentos distintos e, quando analisada por profissionais de diferentes áreas e formações, oferece outras tantas visões e ângulos, todos pertinentes e merecedores de nossa atenção. Deixamos claro e explícito que a visão de CTS que apresentamos aqui é construída a partir dos aspectos educacionais de CTS. Outros aspectos possíveis – e que oferecem visões e fundamentos distintos e intercomplementares – são os aspectos sociais de CTS, os aspectos históricos de CTS, os aspectos políticos de CTS e os aspectos econômicos de CTS.

Mas, se por um lado, a história registrou um grande número de ações organizadas por segmentos sociais preocupadas com os impactos da Ciência e da Tecnologia, por outro, também podemos e devemos enumerar os acontecimentos que transformaram essa relação triádica em Campo CTS, que se caracteriza pelos estudos acadêmicos que buscam explicar a natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade e como o entendimento diferente sobre esses campos do saber resulta em relações distintas entre os três campos. Fica claro para os estudiosos que marcam o Campo CTS – filósofos da ciência e da tecnologia, historiadores da

ciência e da tecnologia, sociólogos da ciência e da tecnologia, educadores em CTS, cientistas políticos, etc. – que não há um único, exclusivo e "correto" conceito para Ciência, assim como não o há para Tecnologia e muito menos para Sociedade. Há, sim, muitas maneiras de interpretar cada um desses campos/conceitos e, por conseqüência, interferir na maneira com os três se relacionam. Sobre isso, escrevem Vázquez-Alonso *et al*:

*O conceito de Natureza da Ciência engloba uma variedade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade. (Vázquez-Alonso *et al*, 2008, p.34)*

Há, entre os estudiosos da Abordagem CTS, uma outra importante distinção entre a tradição americana (preocupada com as conseqüências) e a tradição européia (preocupada com a antecedência). Assim escrevem Cachapuz *et al* sobre as distintas facetas da perspectiva CTS:

*a norte-americana, que coloca maior ênfase na abordagem das conseqüências sociais das inovações tecnológicas e nas influências sobre a forma de vida dos cidadãos e das instituições, e a européia, que coloca a ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, evidenciando a diversidade de fatores econômicos, políticos e culturais que participam na gênese e aceitação das teorias científicas. Contudo, para além destas facetas apontadas não poderem ser disjuntas, o que muitos autores têm vindo a sobrepor é a importância social do conhecimento proporcionado pela ciência e tecnologia que, ao mesmo tempo que proporciona melhor compreensão do mundo natural, representa um instrumento essencial para o transformar. (Cachapuz *et al*, 2008, p.29)*

A história da relação CTS teve, como primeira característica, uma reação àquela visão acrítica e neutra que se deu à Ciência e à Tecnologia ao longo do tempo. Com o amadurecimento dos estudos CTS, este

se transformou efetivamente numa área inter/transdisciplinar, que atraía estudantes e profissionais da área das chamadas ciências exatas e da natureza, mas que também recrutou alunos e pesquisadores das chamadas ciências humanas e sociais. Essa é uma importante oportunidade de *aproximar duas célebres culturas, a humanística e a científico-tecnológica, separadas tradicionalmente por um abismo de incompreensão e desprezo* (Snow apud Lopes Cerezo, 2002, p.10-11).

O segundo momento dos Estudos CTS foi marcado pela superação do processo reativo, criando ações planejadas e mecanismos de multiplicação das idéias defendidas e organizadas até então. Corresponde a esse momento o surgimento de cursos e programas de estudos CTS, voltados, principalmente, para a alfabetização *sobre tecnologia*, o que transcende a alfabetização *em tecnologia* e que não deve permitir a visão ingênua de achar que *se nos entendesse melhor, (a tecnologia) nos quereria mais* (Cutcliffe, 2003, p.16).

Segundo Osório M. (s/d), CTS corresponde a um nome que se dá a uma linha de trabalho acadêmico e investigativo, que tem por objeto perguntar-se pela natureza social do conhecimento científico-tecnológico e suas incidências nos diferentes âmbitos econômicos, sociais, ambientais e culturais das sociedades.

Ainda segundo Osório M.(s/d), os estudos CTS estão dirigidos principalmente:

- ao plano da investigação, promovendo uma visão socialmente contextualizada da Ciência e da Tecnologia;
- ao âmbito das políticas públicas de Ciência e Tecnologia, defendendo a participação pública na tomada de decisão em questões de política e de gestão científico-tecnológica; e
- ao plano educativo, tanto do ensino médio quanto do ensino superior, contribuindo com uma nova e mais ampla percepção da Ciência e da Tecnologia com o propósito de formar um cidadão alfabetizado científica e tecnologicamente.

Bazzo *et al* escreverão:

Os estudos CTS definem hoje um campo de trabalho recente e heterogêneo, ainda que bem consolidado, de caráter crítico a respeito da tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, e de caráter interdisciplinar por convergirem nele disciplinas como a filosofia e a história da ciência e da tecnologia, a sociologia do

conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança técnica. Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas conseqüências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.

O aspecto mais inovador deste novo enfoque se encontra na caracterização social dos fatores responsáveis pela mudança científica. Propõe-se em geral entender a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo (resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta), mas sim como um processo ou produto inerentemente social onde os elementos não-epistêmicos ou técnicos (por exemplo: valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas, etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e na consolidação das idéias científicas e dos artefatos tecnológicos. (Bazzo *et al*, 2003, p.125)

Em síntese, temos que as relações CTS buscam oferecer aos cidadãos a alfabetização tecnocientífica, ferramenta indispensável para entenderem como os conhecimentos da Ciência e os artefatos variados da Tecnologia impactam a sociedade de modo geral e os grupos sociais, em especial. No sentido inverso, busca-se que os especialistas em Ciência e em Tecnologia percebam que a interlocução com os cidadãos é indispensável e necessária, permitindo que se acolha maior participação social nos processos de decisão social envolvendo temas e aspectos que povoam o universo da Ciência e da Tecnologia.

MODELOS DE INTERAÇÃO SEGUNDO HABERMAS/FOUREZ

A escolha das tecnologias não é portanto somente uma escolha de meios neutros, mas uma escolha de sociedade. Não é estranho então que, quando se consideram as tecnologias, raramente se examine a organização social a que conduzem?
Gérard Fouréz (1995)

Vamos retornar à nossa equação ingênua da ciência, obtida após o relatório Bush: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social. Se ela é tomada como verdade – e tem sido assim –, a Ciência e sua companheira, a Tecnologia, passam a ter grande poder frente às comunidades em geral, considerando a dependência estabelecida por meio dos aparatos tecnológicos e pela distância entre o fazer científico e o entendimento pelas camadas gerais da população. Essa dependência pela Tecnologia e o não-entendimento dos códigos da Ciência enfraquecem a capacidade de enfrentamento e de participação dos membros da Sociedade, ao mesmo tempo que conferem àqueles primeiros um razoável poder e *status*.

A Ciência e a Tecnologia estão de tal forma interligadas à Sociedade que esta última não sabe mais como viver sem aquelas primeiras. Com esta idéia, Gerard Fourez (1995) inicia um capítulo intitulado Ciência, Poder Político e Ético, que nos utilizaremos para balizar as primeiras questões em torno das relações da tríade CTS.

Ao defender a necessidade de refletirmos sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, Fourez faz a seguinte afirmação:

O conhecimento é sempre uma representação daquilo que é possível fazer e, por conseguinte, representação daquilo que pode ser objeto de uma decisão na sociedade.

A questão do vínculo entre os conhecimentos e as decisões se impõe, portanto. Que existe um vínculo, isto é indicado pelo bom senso: se se sabe que é possível construir uma ponte de uma margem a outra de um rio, pode-se questionar se ela é ou não desejável. (Fourez, 1995, p.207).

A pergunta que se apresenta é se o conhecimento – que diz ser possível construir a ponte – é capaz de dizer se devemos ou não construir a ponte, ou seria essa uma decisão com participação social? Trata-se de discutir aqui se as decisões de política ou éticas devem ser determinadas pela Ciência, ou melhor, por aqueles que operam os conhecimentos científicos: os cientistas ou especialistas.

Ainda conduzidos por Fourez, vamos lembrar que o filósofo Jürgen Habermas classifica as interações entre Ciência e Sociedade em três grupos distintos: as interações tecnocráticas, as decisionistas e as pragmático-políticas, deixando claro desde já que essas interações jamais existem em estado puro. Esses modelos de interação de Habermas podem ser resumidos da seguinte forma (Fourez, 1995, p.224):

- **Tecnocráticos:** as ciências e a técnica (os especialistas) determinam as políticas;
- **Decisionistas:** os consumidores determinam os fins, os técnicos, os meios;
- **Pragmático-político:** interações e negociações entre "especialistas" e "não-especialistas".

A fim de exemplificar as três interações, Fourez propõe exemplos de interação entre o médico e seu paciente e entre um mecânico e o dono do carro.

No modelo **tecnocrático**, supõe-se que o médico e o mecânico sabem o que é melhor para o paciente e para o dono do carro, respectivamente. Afinal de contas, ambos possuem o conhecimento específico de suas áreas de atuação. Tanto o médico quanto o mecânico dirão: "Não se preocupe, vou resolver todos os seus problemas". Para o modelo tecnocrático de interação, *"as decisões cabem ao especialista"*.

De acordo com o modelo **decisionista**, a situação é um pouco diferente. Nele, o especialista perguntará ao cliente o que ele tem em vista ou quais são seus objetivos ao procurá-lo. O dono do carro pode querer um automóvel veloz, ou econômico, ou seguro, ou que dê pouca despesa, ou vários desses itens. Após tomar conhecimento das finalidades ou objetivos do seu cliente, o especialista buscará o melhor meio para atingir o objetivo pretendido. Em síntese,

esse modelo, portanto, faz a distinção entre tomadores de decisão e técnicos. Uns determinam os fins, outros, os meios. Esse modelo diminui a dependência em relação ao técnico, uma vez que são as próprias pessoas que decidem sobre seus objetivos.

Uma sociedade decisionista considerará que cabe às instituições políticas determinar os objetivos visados por essa sociedade. Cabe aos técnicos, após, encontrar os meios adequados. (Fourez, 1995, p.208)

De acordo com o terceiro modelo, o **pragmático-político**, o que é privilegiado é a perpétua discussão e negociação entre o técnico e o cliente. O mecânico pedirá o telefone do cliente para mantê-lo informado de suas descobertas quanto ao estado do carro, ao mesmo tempo que ouvirá suas intenções a cada instante, chegando ao final com um carro que satisfaça as necessidades de seu dono no tempo ideal de trabalho para o mecânico. Escreve Fourez:(1995):

Esse modelo pragmático-político assemelha-se ao modelo decisionista,

exceto pelo fato de que a relação entre os especialistas e não-especialistas é permanente. Contudo, resta sempre uma decisão delicada: a partir de que momento considera-se (e quem considera?) que os técnicos compreendem de maneira suficiente a vontade de seus clientes para poder trabalhar sem consultá-los? O modelo pragmático-político insiste sobre o fato de que os meios escolhidos podem levar à modificação dos objetivos, mas não fornece nenhuma receita simples a fim de poder haver a decisão: ele remete às negociações (motivo pelo qual não o denominamos somente pragmático, mas também político!).

Uma das profissões que mais pratica essa interação entre o cliente e o técnico é a arquitetura. Um "bom arquiteto" estabelece um contato permanente com o seu cliente, buscando não tomar as decisões em seu lugar. Ao pô-lo a par das implicações técnicas ligadas a sua escolha, o arquiteto pode levar o seu cliente a modificar alguns de seus objetivos. (Fourez, 1995, p.210-211)

É possível perceber que as interações em estudo fortalecem a posição da Ciência como detentora do conhecimento que melhor observa, que melhor organiza, que melhor decide, que melhor realiza, que melhor avalia. Esse é o "C" de Ciência...

Por outro lado, o cidadão se sente bastante familiarizado com os aparatos tecnológicos. Afinal, sua vida cotidiana está repleta desses aparatos, que deixam de ser suporte para serem indispensáveis. O risco dessa dependência do homem a tecnologias diversas pode ser representado por dois exemplos envolvendo Hegel e Mary Shelley:

- Na dialética Hegel, podemos lembrar das reflexões envolvendo o amo e o servo. O amo ordenava ao servo que realizasse todos os serviços e, com o tempo, o amo deixava de saber como fazer, enquanto o servo dominava todas as rotinas do como fazer. Ao final, quem dominava quem? Quem era dependente de quem?
- Quanto a Mary Shelley, vale a lembrança dos escritos em sua famosa novela *Frankstein*, em 1818. A chamada síndrome de Frankstein se deve ao medo de que as forças que nos utilizamos para dominar a natureza se voltem contra nós, como faz o "monstro" nos diversos filmes existentes. Ao final, diz o "monstro" a Victor Frankstein: "Tu és meu criador, mas eu sou o teu senhor" (Bazzo et al, 2003, p.125).

Desde as tecnologias de transporte até os aparelhos celular modernos, os homens vêm se deixando "escravizar" pelas tecnologias, pois que estas tomam suas vidas mais confortáveis, ou tornam suas tarefas cotidianas menos penosas. Esse é o "T" de Tecnologia...

Por fim, devemos considerar as ações que estruturam as comunidades e as sociedades, quaisquer que sejam suas tipologias. Elas pressupõem a participação como corolário do processo social. Certamente essa participação pode se dar por diversos canais institucionalizados, que, em nosso modelo, estão baseados em processos democráticos. A participação dos cidadãos na estrutura democrática brasileira pode se dar das seguintes formas: a democracia representativa, a democracia participativa, a democracia direta e a democracia consociativa, a saber (Chrispino, 2008):

- A democracia representativa resulta na eleição de representantes do povo para os Poderes Legislativo e Executivo, nos três níveis de governo (federal, estadual e municipal). Isso quer significar que o povo tem participação direta na qualidade dos seus representantes, sendo certo que a qualidade dos governantes espelha o pensamento dos eleitores, visto que nenhum deles chegou ao poder por concurso ou por sorteio.
- A democracia participativa faculta a participação mais efetiva de cidadãos em espaços de decisão e/ou de acompanhamento. Os exemplos são os conselhos de acompanhamento de ações de governo ou conselhos temáticos. Não passa despercebido que um dos grandes entraves na consolidação da boa representação é o fato de que os que buscam representar se utilizam desse instituto como trampolim para projetos políticos pessoais, tais como chegar a vereador, chegar a deputado, chegar a prefeito, etc.
- A democracia direta se dá pela participação efetiva do cidadão visando à decisão. São exemplos de participação direta o plebiscito e o referendo. Não devemos confundir os institutos da democracia direta com as ferramentas de política populista, como foi o caso da denominada "Democracia Plebiscitária", que mais se assemelha a populismo oportunista, quando um governante, com alto índice de aceitação, propõe consulta à população sobre temas de interesse, como a possibilidade de reeleição sem limites.
- A democracia consociativa, que não deixa de ser uma derivada da democracia participativa, se caracteriza pela busca de consensos para o convívio entre os diferentes atores e interesses que compõem a sociedade (Toba, 2004). As conferências nacionais, os planos diretores, os documentos de impacto de

vizinhança e de impacto ambiental são exemplos desse novo instituto. Aqui, ganha aquele que demonstrar mais organização e capacidade de articulação. A chamada *construção de consenso* é uma tecnologia social que tende a ocupar importantes espaços nas relações sociais contemporâneas.

Apresentados os canais possíveis do exercício de participação social na estrutura democrática, cabe perguntar em qual deles o cidadão efetivamente exercita seu controle ou manifesta seu poder de escolha frente às questões que envolvem Ciência e Tecnologia, ou se estamos efetivamente alimentando a interação Tecnocrática de Habermas, chamando os especialistas para que eles decidam os mais variados assuntos. Ao discutir este assunto, Fourez apresenta interessante e importante questão:

O estatuto de especialista apresenta uma ambigüidade fundamental, mesmo que, como tal, ele seja necessário. De fato, é prática geral pedir ao especialista que decida em função de seu saber científico. Ora, esse saber depende de um paradigma, e somente é aplicável, no sentido estrito, de acordo com as condições definidas por esse paradigma e pelo laboratório ao qual está ligado. Contudo, o parecer especializado que se pede dele destina-se à vida cotidiana: Não se coloca ao especialista uma questão de ordem científica, mas de ordem social ou econômica. Em consequência, a especialidade não se liga apenas às disciplinas científicas, mas à maneira pela qual o especialista traduz o problema da vida comum em seu paradigma disciplinar: E essa tradução não depende de sua disciplina, mas do "razoável", ou do senso comum. De um modo paradoxal, poder-se-ia dizer que um especialista é alguém a quem se pede que tome uma decisão, em nome de sua disciplina, sobre algo que não diz respeito exatamente a sua disciplina! (Fourez, 1995)

É certo que o especialista não é a pessoa mais capaz para decidir sobre os caminhos a serem trilhados para a sociedade. Ele não é o representante da sociedade legitimado para escolher "se a ponte deve ou não ser construída". O representante que melhor se aproxima desta função é o político. Se estamos escolhendo bons políticos para essa função de representação social, isso é lá outro problema que não cabe neste espaço!

O "S" da sigla CTS deve representar a Sociedade na tríade CTS... digamos que essa

representação seja um caminho em construção... (Vacarezza, 2002). Um sonho que vai se tornando realidade, apesar de todas as dificuldades!

Essa última afirmação não é de forma alguma uma demonstração de pessimismo. A primeira ação frente a uma dificuldade ou limitação deve ser a de assumir que ela existe, identificar suas características e planejar o que fazer. Assumir que a Sociedade não possui instrumentos cognitivos para entender os temas tecnocientíficos e que isso a impede de participar das decisões sociopolíticas é indispensável para propor instrumentos eficazes de superação do problema.

Por tal, é indispensável que se proceda à vulgarização científica (Fourez, 1995) por meio da alfabetização tecnocientífica² do cidadão (Zaragoza, 1999; Santos e Mortimer, 2000; Santos, 2001; Auler, 2003; Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso e Manassero-Mas, 2003; Chassot, 2003; Krasilchik e Marandino, 2006; Santos, 2007; Praia, Gil-Perez e Vilches, 2007).

Segundo a proposta de Fourez (1995, p.221-222), a vulgarização científica – e diríamos nós, também a tecnológica – pode dar-se de duas maneiras:

- Efeito vitrine: por meio de uma operação de relações públicas da comunidade científica, demonstrando ao povo as "maravilhas que os cientistas são capazes de produzir", resultando em uma sociedade tecnocrática com pouca liberdade; e a
- Transmissão de poder social: aquela que transmite certo conhecimento científico a ponto de ser útil no entendimento de questões tecnocientíficas que chamaremos aqui de alfabetização científica, que resulta em cidadãos capazes de tomar decisões em relação à sua vida individual e sua existência coletiva.

Para o autor,

Para ser um indivíduo autônomo e um cidadão participativo em uma sociedade altamente tecnizada deve-se ser científica e tecnologicamente "alfabetizado". Sem certas representações que permitem apreender o que está em jogo no discurso dos especialistas, as pessoas arriscam-se a se verem tão indefesas quanto os analfabetos em uma sociedade onde reina a escrita. (...)

O movimento Science, Technology & Society³ (STS) ... tenta precisamente promover uma articulação fecunda desses três componentes. (Fourez, 1995, p.222)

Santos (2007), em seu interessante estudo sobre alfabetização científica, chama a atenção para o fato de que a alfabetização científica tem sido objeto de preocupação de profissionais de diversas áreas. Como uma maneira de categorizar esses diferentes campos, podemos dizer que o Enfoque CTS pode ser abordado a partir dos aspectos sociais, históricos, políticos, econômicos e educacionais. Contribuindo para modelos de análise sobre a alfabetização científica, Millar (1996, *apud* Santos, 2007) agrupa os diversos argumentos em cinco categorias:

a) argumento econômico, que conecta o nível de conhecimento público da ciência com o desenvolvimento econômico do país;

b) utilitário, que justifica o letramento por razões práticas e úteis;

c) democrático, que ajuda os cidadãos a participarem das discussões, do debate e da tomada de decisão sobre questões científicas;

d) social, que vincula a ciência à cultura, fazendo com que as pessoas fiquem mais simpáticas à ciência e à tecnologia; e

e) cultural, que tem como meta fornecer aos alunos o conhecimento científico como produto cultural.

O quadro a seguir sintetiza, de acordo com Santos e Schnetzler (2003, p.65), os aspectos CTS que devem ser considerados no processo de Alfabetização Tecnocientífica, quando este se dá a partir da Abordagem CTS:

Aspectos CTS	Esclarecimentos
• Natureza da Ciência	• Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
• Natureza da Tecnologia	• Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
• Natureza da Sociedade	• A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
• Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	• A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
• Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	• A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
• Efeito da Sociedade sobre a Ciência	• Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
• Efeito da Ciência sobre a Sociedade	• O desenvolvimento de teorias científicas pode influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
• Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	• Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
• Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	• A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Quadro 1
Aspectos CTS a serem considerados no processo de Alfabetização Tecnocientífica

COMO SE FOSSE UMA CONCLUSÃO

Em uma sociedade tecno-dependente, é indispensável que os cidadãos estejam aparelhados para entender como se dá as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, sob o risco de delegarem aos especialistas não só a tarefa de *como* fazer, mas também *quando* fazer, *onde* fazer e, pior, *se se quer* fazer alguma coisa no campo da tecnociência.

Indispensável que a formação do cidadão considere esses aspectos e o prepare minimamente, por meio da alfabetização tecnocientífica, para entender e interferir no campo dos conhecimentos, dos valores e da ética – nas possíveis interações dos sistemas CTS: sistema tecno-científico, sistema sócio-científico e sistema sócio-tecnológico.

Notas

1. Veja interessante comentário de Merval Pereira (O Globo, 06/11/2007, p.4) sobre a exposição do embaixador Samuel Pinheiro Guimarães na Conferência da Latinidade, ocorrida em Lima, Peru, em novembro de 2007.
2. Diversos autores utilizam alfabetização científica, alguns preferem alfabetização científica e tecnológica, letramento científico ou literacia científica. Parece-nos mais adequado, no contexto deste trabalho, o termo alfabetização tecnocientífica, que irá significar a *capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia* (Krasilchik e Marandino, 2004, p.26).
3. Em inglês, no original.

Referências bibliográficas

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol.2, n.2, 2003.
- _____. El movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la enseñanza de las Ciencias. <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>, obtido em 05/05/2008.
- AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? *ENSAIO: pesquisa em educação em ciências*, vol.5, n.1, março-2003. http://www.fae.ufmg.br:8080/ensaio/v5_n1/516.pdf
- BAZZO, Walter; LISINGEN, Irlan Von; Pereira, Luiz T. do V. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). *Cadernos de Ibero América*. OEI Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.
- BUSH, Vannevar. *Science: The Endless Frontier*. A Report to the President by Director of the Office of Scientific Research and Development, Washington, July, 1945.
- CACHAPUZ, Antonio et al (orgs.). *A necessária renovação do ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.
- CACHAPUZ, Antonio; PAIXÃO, Fátima; LOPES, Bernardino; GUERRA, Cecília. Pesquisa em Educação, em Ciências e o caso CTS. *ALEXANDRIA. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, mar.2008, p.27-49.
- <http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero1/artigos/CACHAPUZ.pdf>, obtido em 05/05/2008.
- CEREZO, José. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad. Crítica académica y enseñanza crítica. *Signos*, 20, 1997, p.74-81.
- _____. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 1998, p.41-68.
- _____. CTS na Europa e EUA. Ciência, tecnologia e Sociedade: O estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: Santos, Lucy W. et al. (orgs.) *Ciência, tecnologia e sociedade: O desafio da interação*. Londrina: IAPAR, 2002. Texto disponível em espanhol: <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a02.pdf>
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n.22, 2003, p.89-100. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782003000100009&lng=pt&nrm=iso
- CHRISPINO, Alvaro. *Políticas Públicas, Planejamento e Futuro*. Notas de aula para a disciplina de Políticas Públicas, no Programa de Mestrado do CEFET/RJ. Em processo de edição, 2008.
- CUTCLIFFE, Stephen H. *Ideas, máquinas y valores*. Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Barcelona: Anthropos; México: UNAM, 2003.
- FOUREZ, Gérard. *A construção das ciências*. Introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: UNESP, 1995.
- _____. *Alfabetización Científica y Tecnológica*: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.
- _____. Crise no Ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.8, n.2, 2003.
- GORDILLO, Mariano M.; OSORIO M., Carlos. *Educar para participar en ciencia y tecnología*. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. <http://www.rieoei.org/rie32a08.pdf>
- KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. *Ensino de Ciências e cidadania*. São Paulo: Ed. Moderna, 2004.
- OSORIO M., Carlos. *La Educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Aproximaciones y Experiencias para la Educación Secundaria. <http://www.oei.es/salactsi/osorio3.htm> obtido em 05/05/2008.
- PRAIA, João; GIL-PEREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e educação*, Bauru, v.13, n.2, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000200001&lng=pt&nrm=iso
- PRICE, Derek J. de Solla. *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press, 1963.

- SANMARTÍN, J. La ciencia descubre. La industria aplica. El hombre se conforma. Imperativo tecnológico y diseño social. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Barcelona: Anthropos, 1990, p.168-180.
- SANTOS, M. Eduarda. Relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. In: MIEMBIELA, Pedro (Ed.) *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Narcea, 2001, p.61-76.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v.2, n.2, 2000, p.133-162.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v.12, n.36, Rio de Janeiro, set./dez.2007. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782007000300007&lng=ES&nrm=iso&tlng=ES
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3.ed., Ijuí (RS): Unijuí, 2003.
- SAREWITZ, Daniel. *Frontiers of Illusion: Science, Technology and Problems of Progress*. Philadelphia: Temple University Press, USA, 1996.
- TOBA, Marcus M. Do Plano Diretor. In: MEDAUAR, Odete e Almeida, FERNANDO D. M. de (coords.). *Estatuto da Cidade*. 2ª ed. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2004.
- VACAREZZA, L. S. Ciência, Tecnologia e Sociedade: O estado da arte na America Latina. In: SANTOS, Lucy W. et al (orgs.). *Ciência, tecnologia e sociedade: O desafio da interação*. Londrina: IAPAR, 2002. Texto disponível em espanhol: <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a01.htm>

Dados do autor

Alvaro Chrispino, Doutor em Educação (UFRJ), é professor do Programa de Pós-Graduação do CEFET/RJ.

Concepciones de Profesores en Formación Inicial sobre Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología

Ángel Vázquez-Alonso
 Maria-Antonia Manassero-Mas

RESUMO: Este estudo analisa o pensamento epistemológico de alunos-professores de ensino médio em especialidades científicas e não científicas sobre a natureza da ciência e da tecnologia e dos seus relacionamentos com sociedade. 192 jovens participantes da formação profissional docente completaram 12 perguntas do questionário das opiniões acerca de ciência, tecnologia e sociedade, cujas respostas são analisadas por meio do modelo múltiplo da resposta. Os resultados mostram atitudes globais levemente positivas, e a análise detalhada permite identificar opinião positiva e negativa desses professores. A comparação entre professores de ciências e não ciências (humanidades e áreas sociais) indica que as atitudes dos primeiros são ligeiramente mais baixas que aquelas dos professores das outras áreas. São discutidas as implicações dos resultados para o ensino da natureza da ciência e da tecnologia e para a formação de professores de ciências.

Palavras-chave: Natureza da ciência e da tecnologia; Ciência-Tecnologia-Sociedade; Pensamento de professores; Professores de especialidades científicas e não científicas.

ABSTRACT: This study analyses the epistemological thinking of secondary student-teachers from scientific and non scientific specialties about nature of science and technology and its relationships with society. 192 young enrolled in a pre-service teacher training completed 12 questions of the Questionnaire of Opinions on Science, Technology and Society whose answers are analyzed by means of the multiple answer model. The results show neutral, lightly positive global attitudes, and the detailed analysis allows identifying the teachers' positive and negative beliefs. The comparison among scientific and non scientists teachers indicate that the scientific teachers' attitudes are slightly worst than those of the non scientific teachers. The implications of these results for the teaching of the nature of the science and technology and for the training of scientific teachers are discussed.

Keywords: Nature of science and technology; Science-Technology-Society; Teacher thinking; Science and non science teachers.

INTRODUCCIÓN

La denominación naturaleza de la ciencia y tecnología (en adelante NdCyT) representa un ámbito de metaconocimientos sobre qué es y cómo funciona la tecnociencia en el mundo actual, que se ha desarrollado interdisciplinarmente desde múltiples áreas de reflexión sobre CyT, especialmente desde la historia, la filosofía y la sociología. El tema central de NdCyT es la construcción del conocimiento científico y tecnológico, que incluye cuestiones epistemológicas (principios filosóficos que la inspiran) y cuestiones acerca de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS). El lema NdCyT se reconoce también como heredero de la tradición del movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para la enseñanza de las ciencias desarrollada hace varios lustros y cuyas propuestas para la educación en ciencia y tecnología (CyT) proponen mejorar la comprensión pública de CyT en el mundo actual, abarcando desde los impactos y

soluciones de CyT (sociales, medio-ambientales, económicos, culturales, etc.), hasta los temas más especializados de epistemología, pasando por la integración y relaciones entre CyT (NSTA, 2000).

La inclusión del ámbito NdCyT en la educación en CyT es considerado por los expertos un objetivo educativo importante e innovador (McComas y Olson, 1998) y un componente básico de la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas (Millar y Osborne, 1998). La presencia de NdCyT en el currículo educativo se justifica por múltiples razones (cognitivas, de comprensión, utilitarias, democráticas, culturales, axiológicas), pero, sin duda, la principal razón es la opción por una educación en CyT de calidad para el siglo XXI, que promueve la alfabetización en CyT para todos y se basa en valores y actitudes (Acevedo et al., 2005). Las reformas emprendidas por algunos países durante la última década del siglo XX han operacionalizado en los currículos de CyT estas ideas acerca de NdCyT (NRC, 1996; NSTA, 2000).

La investigación empírica en didáctica de las ciencias muestra de modo reiterado y consistente que los estudiantes, y también los profesores, no logran alcanzar una comprensión adecuada sobre NdCyT. Estos resultados negativos han sido obtenidos en diversos países y también en España, por parte del alumnado y el profesorado (Fernández, Gil-Pérez, Carrascosa, Cachapuz y Praia, 2002; Lederman, 1992, 1999; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; Mellado, 1996; Rubba y Harkness, 1993; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006b).

El primer obstáculo para alcanzar ideas adecuadas sobre NdCyT es la naturaleza compleja, interdisciplinar, provisional y cambiante de los temas y cuestiones de NdCyT. Esta complejidad proyecta una imagen de controversia y ausencia de consenso incluso entre los propios especialistas (filósofos, historiadores, sociólogos y educadores de ciencias), de modo que coexisten conjeturas razonables junto a claras discrepancias (Eflin, Glennan y Reisch, 1999).

Como es obvio, este desacuerdo es un serio inconveniente para tomar decisiones curriculares y didácticas sobre la enseñanza y el aprendizaje de NdCyT, especialmente para seleccionar contenidos. A pesar del desacuerdo, algunos estudios sugieren ya ciertos acuerdos, que podrían servir de base para construir un currículo escolar de ciencias consensuados, capaz de proporcionar una visión más adecuada de la ciencia y la tecnología actuales sin los problemas de la complejidad de la controversia (Eflin et al., 1999; McComas y Olson, 1998; Rubba, Schoneweg y Harkness, 1996; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006a).

Por lo que se refiere al profesorado, el gran obstáculo para la educación sobre NdCyT es la deficiente formación del profesorado en estos temas, tal y como muestran claramente los resultados de la investigación (Lederman 1999; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2004; Rubba y Harkness, 1993; Rubba, Schoneweg y Harkness, 1996). La mayoría de estos estudios se centran en los profesores de ciencias porque serán los encargados de enseñar ciencias.

Una serie de investigaciones con el COCTS (Manassero et al., 2001; Vázquez y Manassero, 1999) han permitido desarrollar una nueva metodología de respuesta múltiple, que supera las dificultades metodológicas, aporta una evaluación válida y fiable y una fundamentación cuantitativa para resultados cualitativos y permite contrastes estadísticos de hipótesis, cuyos hitos fundamentales son:

- La construcción y adaptación del COCTS y su aplicación con un modelo de respuesta única.
- El escalamiento de las frases de las cuestiones del COCTS en tres categorías (Adecuada, Plausible e Ingenua) por un panel de jueces expertos.
- Un nuevo modelo de respuesta múltiple – MRM – más válido y eficaz para responder al COCTS, basado en el escalamiento de frases y una métrica que produce un conjunto de índices actitudinales normalizados e invariantes.

En este estudio se presenta la aplicación de COCTS con esta nueva metodología cuantitativa para describir algunas creencias de profesores de ciencias en formación inicial, e ilustrar la capacidad del instrumento en la estadística inferencial, empleando ANOVAs y pruebas de significación aplicadas a comparaciones entre grupos.

METODOLOGÍA

Muestra

Los participantes en esta investigación son un grupo de 192 jóvenes enrolados en un curso de formación inicial para ser profesores de secundaria, cuya edad media es de 26 años. Aproximadamente, 61% son hombres y 41% mujeres, y también se obtiene la misma proporción de profesores de especialidad de ciencias y sin ciencias (humanidades y sociales), respectivamente.

Instrumento

Los cuestionarios Views on Science, Technology and Society VOSTS (Aikenhead y Ryan, 1992) y Teacher's Belief about Science-Technology-Society (Rubba y Harkness, 1993; Rubba, Schoneweg y Harkness, 1996) fueron desarrollados empíricamente, a partir de entrevistas, encuestas y respuestas abiertas dadas por estudiantes y profesores que se han sintetizado en las frases incluidas en las cuestiones (Aikenhead y Ryan, 1992; Rubba y Harkness, 1993). Las cuestiones de esos instrumentos se han adaptado al contexto cultural español, construyéndose así el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS – un banco de 100 cuestiones CTS que ha sido construido y mejorado a lo largo de varias etapas (Manassero et al., 2001; Vázquez y Manassero, 1999). Lederman, Wade y Bell (1998) consideran al VOSTS un instrumento válido y fiable para la investigación de las razones de los estudiantes para probar sus posiciones acerca de NdCyT (p. 610).

Todas las cuestiones del COCTS tienen el mismo formato de elección múltiple, que se inicia con una cabecera que plantea un problema CTS respecto al cual se desea conocer la actitud de una persona. Después sigue una lista de frases que ofrecen un abanico de diferentes respuestas razonadas sobre el

tema planteado (tabla 1). Cada frase se codifica mediante un número de cinco cifras, que identifica la cuestión, seguido de una letra, que indica el lugar relativo de la frase dentro de cada cuestión, siguiendo una ordenación alfabética (A, B, C,...).

90611 Cuando los científicos investigan, se dice que siguen el método científico. El método científico es:											C A T		
Para cada una de las frases siguientes, marca el número de la escala que represente mejor el grado de acuerdo entre tu propia opinión y la posición expuesta en la frase.										Grado de Acuerdo			
										Bajo			Medio
A.	procedimientos o técnicas de laboratorio; con frecuencia escritas en un libro o revista, normalmente por un científico.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I		
B.	registrar datos muy cuidadosamente.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I		
C.	controlar variables experimentales cuidadosamente, sin dejar lugar para la interpretación.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I		
D.	obtener hechos, teorías o hipótesis eficientemente.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I		
E.	comprobar y volver a comprobar, demostrando que algo es verdadero o falso de una manera válida.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I		
F.	postular una teoría y después crear un experimento para probarla.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I		
G.	plantear preguntas, hacer hipótesis, recoger datos y sacar conclusiones.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P		
H.	una manera lógica y ampliamente aceptada de resolver problemas.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P		
I.	una actitud que guía a los científicos en su trabajo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I		
J.	considerar lo que los científicos realmente hacen; no existe verdaderamente una cosa llamada método científico.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A		
Si alguna de las frases siguientes es aplicable a las opciones anteriores, escribe la letra de la opción a su lado													
1. No lo entiendo.													
2. No sé lo suficiente sobre este tema para elegir una opción.													
3. Ninguna de estas opciones satisface básicamente mi opinión.													

Tabla 1

Ejemplo de cuestión del COCTS. En la columna sombreada de la derecha se indica la categoría Adecuada (A), Plausible (P) o Ingenua (I) correspondiente a cada frase asignada por los jueces en el proceso de escalamiento.

Las 12 cuestiones aplicadas representan las siguientes dimensiones del COCTS:

- Definición de ciencia y tecnología (C10111, C10412)
- Epistemología (C90511, C90611)
- Interacciones ciencia–tecnología–sociedad
 - Sociología externa de la ciencia
 - Influencia de sociedad en CyT (C20411, C20821)
 - Influencia de CyT en sociedad (C40211, C40511, C40811)
 - Educación en CyT (C50111, C50211)
 - Sociología interna (decisiones tecnológicas C80211)

Procedimiento

Las 12 cuestiones del COCTS se aplicaron al profesorado participante como parte de una actividad de formación dirigida a explorar sus actitudes y creencias previas. La persona encuestada responde al problema planteado en cada cuestión valorando sobre una escala de nueve puntos su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las frases que contiene la cuestión según un modelo de respuesta múltiple, de manera que la actitud queda conformada así es más rica, precisa y completa. Las valoraciones directas se transforman en un índice actitudinal normalizado (-1, +1) mediante la métrica, que opera teniendo en cuenta la categoría de cada frase (Adecuada, Plausible e Ingenua), asignada previamente por un panel de jueces expertos.

Los índices actitudinales son los indicadores cuantitativos de las creencias y actitudes de los encuestados y miden el grado de sintonía de la puntuación directa, otorgada por los encuestados, con el patrón categorial asignado por los jueces a las frases del COCTS; cuanto más positivo y cercano al valor máximo unidad es un índice, la actitud se considera más adecuada e informada, y cuanto más negativo y cercano a la unidad negativa es un índice, representa una actitud más ingenua o desinformada (Manassero et al., 2001). Aunque la metodología empleada es cuantitativa, también permite hacer interesantes análisis cualitativos.

Obviamente, el mayor interés educativo de los resultados obtenidos se centra en identificar aquellos rasgos más positivos y más negativos de las actitudes personales y de las actitudes hacia frases y cuestiones específicas porque serán los que orientan más sobre las necesidades de formación y desarrollo. El criterio de corte para determinar las frases con actitudes más extremas y para determinar diferencias entre grupos relevantes es el tamaño del efecto de las diferencias superior a 0.30 (unidades de desviación típica).

RESULTADOS

Como referencia general, el promedio global de los promedios sobre cada una de las cuestiones aplicadas para todos los encuestados ($m = .063$; $DE = .119$) es un valor ligeramente positivo, aunque muy próximo a cero, que se interpretan como una actitud global bastante neutra, pues la magnitud del valor positivo no es relevante.

Las frases con índices de actitud más altos representan aquellas creencias de los encuestados que se identifican más intensamente con las categorías asignadas por los jueces a cada frase. Aplicando el criterio establecido se acota una lista de 20 frases con los valores más altos del índice actitudinal (tabla 2). De las tres categorías de frases (adecuadas, plausibles e ingenuas) asignadas por los jueces, la gran mayoría de las frases más positivas (18) corresponden a la primera (adecuadas) y tercera (ingenuas) categorías, de manera que este resultado parece sugerir ya una cierta dificultad de los encuestados para identificar las frases plausibles.

Los temas de estas frases se extienden por todas las dimensiones y temas del COCTS, de modo que no se puede decir que exista alguna dimensión ausente entre las frases más positivamente valoradas, aunque tal vez, la más deficitaria sea la dimensión de sociología interna de CyT.

Frases	Total		
	N	Media	dv. est.
C10111B	186	0,48	0,42
C10111I	183	0,58	0,53
C10412A	186	0,77	0,41
C10412F	157	0,29	0,63
C20821A	182	0,46	0,54
C20821C	185	0,34	0,48
C20821F	181	0,45	0,47
C40211D	183	0,68	0,41
C40511B	182	0,33	0,5
C40511C	185	0,35	0,44
C40511D	181	0,39	0,44
C40511E	179	0,54	0,46
C40811A	183	0,67	0,46
C40811C	185	0,42	0,44
C40811F	184	0,39	0,48
C50111E	182	0,74	0,43
C50211D	177	0,20	0,56
C80211D	173	0,24	0,56
C90611A	179	0,30	0,52
C90611B	181	0,28	0,53

Tabla 2

Frases del cuestionario con las actitudes medias totales más altas y positivas.

La frase con el mejor índice actitudinal (.77) corresponde a la frase ingenua 10412A que asevera que la ciencia no influye demasiado en la tecnología, una idea ingenua relativa a la cuestión de la influencia de ciencia sobre tecnología que los estudiantes identifican fácilmente. El segundo mejor índice (.74) es alcanzado en la cuestión 50111, sobre la existencia de una división en la sociedad entre dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras (por ejemplo, literatura, historia, economía, leyes) para la frase adecuada (50111E) que afirma que no existen sólo estos dos tipos de personas, sino tantas como preferencias individuales sean posibles, incluyendo las que entiende ambas, las ciencias y las letras; los estudiantes tampoco tienen especiales dificultades en su acuerdo con ella.

En un escalón inferior de los dos máximos índices anteriores se encuentran dos frases (.68 y .67) de la dimensión influencia de CyT sobre la sociedad. La

primera de ellas se refiere a la toma de decisiones en asuntos tecno-científicos de interés social, donde la actitud de los encuestados se identifica con la frase adecuada (40211D) de participación democrática en la toma de decisiones, que argumenta que la decisión debería ser compartida entre científicos e ingenieros, otros especialistas y ciudadanos. La segunda frase se refiere al impacto de la tecnología sobre la sociedad, donde los encuestados identifican bien la frase ingenua (40811A) que afirma que la tecnología no influye demasiado en la sociedad (ver detalles de las frases y cuestiones con los índices actitudinales que representan las actitudes más positivas en el apéndice).

Las frases con índices actitudinales más bajos y negativos representan aquellas creencias de los encuestados que se alejan más de las categorías asignadas por los jueces (tabla 3). De las tres categorías de frases (adecuadas, plausibles e ingenuas) asignadas por los jueces, la gran mayoría de las frases más negativas (18) corresponden a las dos últimas categorías (plausibles e ingenuas).

La frase con el peor índice actitudinal (-.51) corresponde a la frase adecuada 90611J acerca de la conceptualización del método científico, que afirma que el método es lo que los científicos realmente hacen, pues no existe verdaderamente una cosa llamada método científico, una idea que los estudiantes identifican con máxima dificultad.

El segundo peor índice (-.45) es alcanzado en la cuestión que se refiere a la influencia de la ciencia en la tecnología por la frase 10412B, que afirma una idea ingenua muy extendida sobre la relación entre ciencia y tecnología, considerando la tecnología como mera ciencia aplicada.

El tercer peor índice (-.40) se encuentra en la dimensión influencia de CyT sobre la sociedad a través de la toma de decisiones en asuntos tecno-científicos de interés social, donde los encuestados puntúan muy bajo en la frase plausible (40211C), que sostiene que científicos e ingenieros deberían decidir, porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión, pero matizando que los ciudadanos deberían estar implicados ser informados o consultados (ver contenidos detallados de las frases y cuestiones que representan las actitudes más negativas de los encuestados en el apéndice).

Otro parámetro interesante para contextualizar mejor el análisis de las actitudes de los profesores en formación inicial es la comparación del grupo con formación científica o tecnológica (ciencias) frente a aquellos profesores cuya formación no es científica (humanística, artística o social). Las variables de ambos grupos se han sometido a un ANOVA y se ha cuantificado el tamaño de las diferencias (en unidades de desviación estándar).

Sobre las 84 frases valoradas, el grupo de ciencias exhibe índices actitudinales medios superiores al grupo sin ciencias en 33 cuestiones, y complementariamente, estos superan a aquellos en 53 cuestiones. Este resultado ya indica una primera e inesperada asimetría entre ambos grupos: los encuestados sin ciencias tienen actitudes mejores que el grupo de ciencias en mayor número de frases.

Frases	Total		
	N	Media	dv. est.
C10412B	185	-0,45	0,5
C10412C	186	-0,33	0,56
C10412G	182	-0,27	0,46
C20411F	183	-0,33	0,5
C20411G	183	-0,26	0,47
C20821B	177	-0,28	0,4
C40211A	182	-0,21	0,51
C40211B	183	-0,34	0,51
C40211C	184	-0,4	0,57
C40811B	185	-0,34	0,42
C40811E	183	-0,29	0,59
C50111C	183	-0,2	0,59
C50211A	180	-0,21	0,51
C90511A	168	-0,23	0,56
C90611E	179	-0,23	0,47
C90611G	181	-0,28	0,56
C90611J	168	-0,51	0,58

Tabla 3
Frases del cuestionario con las actitudes medias totales más bajas y negativas.

Frases	Ciencias			Sin ciencias			P - Signif.	Tamaño de diferencias
	N	Media	dv. est.	N	Media	dv. est.		
C10111A	115	0,11	0,50	71	-0,07	0,64	0,0305	0,3219
C10111C	115	-0,03	0,49	71	0,13	0,51	0,0264	-0,3368
C10111H	113	0,08	0,57	70	0,36	0,47	0,0009	-0,5296
C10412B	115	-0,54	0,45	70	-0,31	0,55	0,0017	-0,4726
C10412C	115	-0,44	0,49	71	-0,14	0,61	0,0003	-0,5477
C10412E	113	-0,1	0,60	68	0,14	0,61	0,0101	-0,3985
C10412F	102	0,16	0,64	55	0,54	0,54	0,0003	-0,6324
C20821E	114	-0,05	0,56	68	0,18	0,52	0,0067	-0,4236
C20821F	114	0,54	0,44	67	0,3	0,49	0,0012	0,5011
C20821G	113	0,06	0,61	66	0,24	0,62	0,0531	-0,3008
C40211A	113	-0,29	0,48	69	-0,08	0,54	0,0086	-0,4002
C40211B	114	-0,4	0,49	69	-0,24	0,53	0,0303	-0,3301
C40511C	115	0,42	0,41	70	0,23	0,48	0,0041	0,4338
C40811C	115	0,47	0,40	70	0,33	0,49	0,0316	0,3220
C40811F	114	0,49	0,40	70	0,23	0,56	0,0002	0,5555
C50211A	115	-0,38	0,43	65	0,1	0,49	0,0000	-1,0175
C50211B	116	-0,24	0,48	66	0,13	0,52	0,0000	-0,7258
C50211C	115	-0,28	0,49	66	0,11	0,48	0,0000	-0,7943
C50211D	114	0,09	0,59	63	0,4	0,45	0,0004	-0,5945
C50211F	115	0,01	0,57	66	0,38	0,52	0,0000	-0,6874
C80211A	114	-0,1	0,51	66	0,15	0,47	0,0013	-0,5125
C90611B	114	0,35	0,53	67	0,15	0,51	0,0135	0,3862
C90611C	113	0,29	0,54	65	0,01	0,57	0,0012	0,5091
C90611I	112	-0,27	0,52	66	0,2	0,58	0,0000	-0,8513
C90611J	106	-0,44	0,62	62	-0,64	0,50	0,0324	0,3568

Tabla 4

Frases del cuestionario cuyo tamaño de las diferencias científicos – no científicos son relevantes (mayores en valor absoluto que 0,30) con la significación y tamaño de las diferencias.

El promedio global de los promedios sobre cada una de las cuestiones aplicadas es ligeramente inferior para el grupo de ciencias ($m = .041$; $DE = .297$) respecto al grupo sin ciencias ($m = .099$; $DE = .259$), resultado que corrobora la tendencia actitudinal observada en el indicador anterior, favorable al grupo sin ciencias.

Cuando se analizan individualmente los resultados en cada una de las frases de las cuestiones, las diferencias significativas entre ambos grupos son, sin

embargo, poco frecuentes, pues sólo 25 frases exhiben diferencias estadísticamente significativas ($p < .01$) y relevantes (tamaño $> .30$) entre ambos grupos. Pero también se repite la misma tendencia a favor del grupo sin ciencias: este grupo presenta índices actitudinales significativamente mejores en un mayor número (17) de frases (casi el doble) que el grupo de ciencias (sólo 8) y, además, los valores del tamaño de las diferencias superan la mitad de una desviación estándar en la mayoría.

Las mayores diferencias favorables al grupo de ciencias cuyo tamaño supera la mitad de una desviación típica aparecen sólo en tres cuestiones. El mayor tamaño aparece en la frase adecuada 40811F (la sociedad cambia como resultado de aceptar una tecnología), de la cuestión sobre la influencia de la tecnología sobre la sociedad; los encuestados de ciencias están mucho más de acuerdo con esta creencia que el grupo sin ciencias. La siguiente diferencia en magnitud corresponde a la cuestión sobre la naturaleza del método científico y la creencia concreta acerca del control de variables experimentales (90611C): los estudiantes sin ciencias tienen una visión más ingenua que los de ciencias, pues creen con mayor intensidad que un cuidadoso control de variables experimentales no deja lugar a interpretaciones. La tercera frase donde los estudiantes de ciencias tienen una actitud mucho más positiva que los encuestados sin ciencias se refiere a la influencia de la sociedad sobre la ciencia y la frase adecuada (20821F) que expresa que la sociedad influye sobre la ciencia a través de las subvenciones económicas de las que dependen la mayoría de las investigaciones; los encuestados de ciencias están significativamente más de acuerdo con esta frase que el grupo sin ciencias.

Además de estas tres frases concretas, cuyas diferencias son las más altas y favorables al grupo de ciencias, cabe destacar dos cuestiones, porque aportan a las diferencias entre grupos más de una frase. En primer lugar, la cuestión referida al método científico, porque aporta tres frases cuyo tamaño de las diferencias es relevante y favorable al grupo de ciencias. Además de la citada (90611C), el grupo de ciencias está más en desacuerdo con que el método científico consista en registrar datos cuidadosamente (90611B) y muestra un menor desacuerdo relativo que el grupo sin ciencias con que el método sea lo que los científicos realmente hacen y no exista verdaderamente una cosa llamada método científico (90611J). En segundo lugar, la cuestión 40811 (influencia de la tecnología sobre la sociedad) está representada por dos frases, la ya comentada 40811F y la 40811C, donde el grupo de ciencias está más de acuerdo con que la tecnología forma parte de todos los aspectos de nuestras vidas.

El grupo sin ciencias presenta índices actitudinales relevantemente mejores en casi el doble de frases (17) que el grupo de ciencias y, además, la mayoría de tamaños de diferencias son superiores a media desviación estándar. Entre ellas, cabe destacar un gran número de frases (A, B, C, D y F) pertenecientes a una misma cuestión (50211) acerca de la importancia de las clases de ciencias para resolver cosas o decidir la verdad como consumidores. En particular, destaca la frase 50211A (la ciencia me ha proporcionado hechos e

ideas valiosos) donde el desacuerdo del grupo sin ciencias con la frase es enorme respecto al del otro grupo, (difieren en más de una desviación estándar). También las otras frases exhiben tamaños de las diferencias muy grandes que indican que el grupo sin ciencias está en mayor desacuerdo con que la ciencia enseñe el método científico o hechos valiosos para resolver cosas, pero está más de acuerdo con que las clases de ciencias no ayudan a ser un consumidor mejor porque los consumidores están más influidos por su educación, su familia o por lo que oyen o ven. Esta actitud más adecuada del grupo sin ciencias, en conjunto, representa una actitud más escéptica que el grupo de ciencias respecto a la utilidad de las clases de ciencias.

Otra creencia que marca diferencias muy relevantes (casi una desviación estándar de tamaño del efecto) se refiere al método científico (90611I) y favorece al grupo sin ciencias, que están en desacuerdo con que el método sea una actitud que guía a los científicos en su trabajo (ver detalles de las frases y cuestiones que exhiben las diferencias relevantes entre el grupo de ciencias y sin ciencias en el apéndice).

Los resultados de este estudio también permiten profundizar en la complejidad del pensamiento epistemológico del profesorado pues ponen en evidencia las inconsistencias y contradicciones actitudinales del grupo y de cada persona, uno de los aspectos más inaccesibles del pensamiento y un obstáculo para el aprendizaje. En efecto, la mitad de las cuestiones aplicadas exhiben, simultáneamente, frases con índices actitudinales muy positivos, que revelan ideas muy adecuadas, y otras frases de la misma cuestión que revelan ideas muy ingenuas. Por ejemplo, la cuestión 90611 tiene tres frases entre las más negativas (E, G, J) y dos entre las más positivas (A, B), es decir, que muchas personas comparten sobre el método científico simultáneamente ambas creencias ingenuas y adecuadas. Este mismo resultado también puede observarse en otras cuestiones 10412, 20821, 40211, 40811 y 50211.

Al mismo tiempo, este tipo de análisis aplicado al diagnóstico individual de cada profesor puede permitir afrontar de una manera personalizada el proceso de aprendizaje y el cambio conceptual en NdCyT.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio presenta un análisis del pensamiento epistemológico acerca de cuestiones CTS

NdCyT de profesores en formación inicial, de especialidades científicas y no científicas, y realiza una comparación entre ambos grupos, un tema poco frecuente en la literatura de didáctica de la ciencia, que suele centrarse preferentemente en el profesorado de ciencias (Akerson y Volrich, 2006). El resultado más importante obtenido empíricamente demuestra que las creencias y actitudes de los profesores de ciencias no sólo no son mejores que sus homólogos sin formación científica, como cabría esperar de su larga especialización en CyT, sino que incluso son ligeramente inferiores. Por tanto, la formación científica canónica que los graduados de CyT reciben a través de sus clases y trabajos prácticos de investigación científica sobre esas cuestiones no es efectiva para enseñarles ideas más adecuadas que superen a sus homólogos no científicos (Lederman, 1999).

Una interpretación benigna consideraría que la enseñanza de los temas CTS – NdCyT no se afrontan realmente en las carreras de CyT, ni tampoco obviamente en las carreras no científicas, y por tanto, no es sorprendente que unos y otros, científicos y no científicos, exhiban unas actitudes similares y muy poco positivas como consecuencia de esta carencia de formación. Esta interpretación implica aceptar que la gran cantidad de prácticas de investigación científica en las carreras de CyT es insuficiente para enseñar CTS – NdCyT puesto que no marca una diferencia con los no científicos (Schwartz, Lederman y Crawford, 2004). Esto también avalaría la tesis que la enseñanza implícita de CTS – NdCyT no es efectiva para transmitir creencias y actitudes adecuadas sobre CTS – NdCyT a los profesores de formación científica como sugieren también otros (Khishfe y Abd-el-Khalick, 2002).

La implicación directa para la práctica docente, puesto que las cuestiones CTS – NdCyT forman parte cada vez más de los currículos renovados y de las exigencias de la investigación didáctica para una

alfabetización científica y tecnológica de calidad, es que la formación del profesorado, tanto inicial como continua, acerca de estas cuestiones debe ser un objetivo prioritario (Duschl, 2000; Schwartz, Lederman y Crawford, 2004).

Este estudio ofrece también pistas y contenidos concretos para diseñar esa formación explícita sugerida por otros estudios (Akerson y Volrich, 2006; Khishfe y Abd-el-Khalick, 2002), a través de los diagnósticos anteriores basados en los índices actitudinales, que permiten identificar las actitudes y creencias mejores y peores mediante criterios cuantitativos, un método que resulta muy preciso e ilustrativo para enfatizar las creencias necesitadas de mayor atención, aunque este método no debe tomarse en un sentido absoluto. En consecuencia, los resultados sugieren de manera directa y concreta los contenidos generales que deben inspirar los programas de formación del profesorado acerca de estas cuestiones a través del amplio conjunto de frases desviadas de las actitudes adecuadas, (Duschl, 2000).

Las inconsistencias y contradicciones actitudinales halladas sugiere reflexiones metodológicas en relación con la controversia entre estrategias cuantitativa y cualitativa, éstas basadas en entrevistas o estudios de casos, y que en los últimos años van ganando peso en la investigación, a pesar de sus limitaciones y sesgos en la interpretación y selección anecdótica y parcial de la información, que dificulta su validación en los estudios de revisión (Bennet, 2005). Al basarse la investigación cualitativa en relatos improvisados, abiertos y libres, el diagnóstico de las inconsistencias actitudinales será difícil. La metodología aplicada aquí ofrece una buena síntesis cuantitativa-cualitativa, pues a partir de una sólida validez cuantitativa, supera las limitaciones de las metodologías cualitativas, y permite profundización cualitativa.

**APÉNDICE. CUESTIONES Y FRASES RELEVANTES POR SER ÍNDICES MUY POSITIVOS,
NEGATIVOS O DIFERENCIAS RELEVANTES.**

	Actitudes más positivas	Diferencias relevantes ciencia – sin ciencia	Actitudes más negativas
10111 Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es:			
P 10111A el estudio de campos tales como biología, química, geología y física.		R	
A 10111B un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).	+		
P 10111C explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y como funcionan.		R	
A 10111H un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.		R	
I 10111I. no se puede definir la ciencia.	+		
10412 ¿La ciencia influye en la tecnología?			
I 10412A La ciencia no influye demasiado en la tecnología.	+		
I 10412B Tecnología es ciencia aplicada.		R	-
P 10412C El avance en ciencia conduce a nuevas tecnologías.		R	-
P 10412E La ciencia es el conocimiento base para la tecnología.		R	
P 10412F Los conocimientos de la investigación científica aplicada se usan más en tecnología que los conocimientos de la investigación científica pura.	+	R	
I 10412G La tecnología es la aplicación de la ciencia para mejorar la vida.			-
20411 Algunas culturas tienen un punto de vista particular sobre la naturaleza y los humanos. Los científicos y la investigación científica están afectadas por las creencias religiosas o éticas de la cultura donde se realiza el trabajo.			
I 20411F porque la investigación continúa a pesar de los enfrentamientos entre los científicos y ciertos grupos religiosos o culturales (por ejemplo, partidarios de la evolución y defensores de la creación).			-
I 20411G porque los científicos investigarán temas que son de importancia para la ciencia y ellos mismos, independientemente de las opiniones culturales entre o éticas.			-
20821 ¿La sociedad influye en la ciencia?			
I 20821A La sociedad no influye demasiado en la ciencia.	+		
I 20821B La demanda social de comprensión de la naturaleza estimula la acumulación de conocimiento científico.			-
A 20821C Los científicos son miembros de la sociedad. Cuando se extiende el interés de la sociedad por un tema, los científicos están más dispuestos a estudiarlo.	+		
P 20821E La sociedad usa el conocimiento científico para el desarrollo de la tecnología.		R	
A 20821F La sociedad influye sobre la ciencia a través de las subvenciones económicas de las que dependen la mayoría de las investigaciones.	+	R	
P 20821G La sociedad acepta o rechaza la tecnología, creando así mayor o menor demanda a la ciencia.		R	
40211 Los científicos e ingenieros deberían ser los únicos en decidir los asuntos científicos de nuestro país porque son las personas que mejor conocen estos asuntos, tales como por ejemplo, los tipos de energía cara al futuro, los índices permitidos de contaminación, el futuro de la biotecnología o el desarme nuclear.			
Los científicos e ingenieros son los que deberían decidir:			
I 40211A porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión del tema.		R	-
I 40211B porque tienen el conocimiento y pueden tomar mejores decisiones que los burócratas del gobierno o las empresas privadas, que tienen intereses creados.		R	-
P 40211C porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión; PERO los ciudadanos deberían estar implicados, o deberían ser informados o consultados.			-
A 40211D La decisión debería ser tomada de manera compartida. Las opiniones de los científicos e ingenieros, otros especialistas y los ciudadanos informados deberían ser tenidas en cuenta en las decisiones que afectan a nuestra sociedad.	+		

	Actitudes más positivas	Diferencias relevantes ciencia – sin ciencia	Actitudes más negativas
40511 Cuanto más se desarrollen la ciencia y la tecnología en nuestro país más rico llegará a ser.			
A 40511B porque más ciencia y tecnología harían a nuestro país menos dependiente de otros países. Nosotros mismos podríamos producir cosas.	+		
A 40511C porque nuestro país podría vender ideas nuevas y tecnología a otros países como beneficio.	+	R	
A 40511D Depende de lo que se invierta en ciencia y tecnología. Algunos resultados tienen sus riesgos. Puede haber otros caminos semejantes a la ciencia y la tecnología que también creen riqueza para el país.	+		
I 40511E La ciencia y la tecnología disminuyen la riqueza del país porque cuesta gran cantidad de dinero desarrollarlas.	+		
40811 ¿La tecnología influye sobre la sociedad?			
I 40811A La tecnología no influye demasiado en la sociedad.	+		
I 40811B La tecnología hace la vida más fácil.			-
A 40811C La tecnología forma parte de todos los aspectos de nuestras vidas, desde el nacimiento hasta la muerte.	+	R	
P 40811E La tecnología proporciona a la sociedad los medios para mejorar o destruirse a sí misma, dependiendo de como se ponga en práctica.			-
A 40811F La sociedad cambia como resultado de aceptar una tecnología.	+	R	
50111 Parece que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras (por ejemplo, literatura, historia, economía, leyes). Pero si todos estudiaran más ciencias, entonces todos las comprenderían.			
P 50111C porque pueden no estar interesados por la ciencia. Estudiar más ciencias no cambiará su interés.			-
A 50111E No existen sólo estos dos tipos de personas. Hay tantas clases de personas como preferencias individuales posibles, incluyendo las que entiende ambas, las ciencias y las letras.	+		
50211 Las clases de ciencias me han dado confianza para resolver cosas y decidir si algo (por ejemplo, un anuncio) es verdad o no. Gracias a las clases de ciencias he llegado a ser un mejor consumidor.			
Las clases de ciencias me han ayudado a ser un consumidor mejor:			
I 50211A porque la ciencia me ha proporcionado hechos e ideas valiosos.		R	-
I 50211B porque la ciencia enseña el método científico para resolver cosas.		R	
I 50211C porque la ciencia enseña hechos valiosos y el método científico para resolver cosas.		R	
I 50211D porque aprender sobre los productos del mercado es parte de lo que se hace en la clase de ciencias.	+	R	
A 50211F Las clases de ciencias NO me han ayudado a ser un consumidor mejor, porque los consumidores están influidos por su educación, su familia o por lo que oyen o ven, pero no están influidos por la ciencia.		R	
80211 El desarrollo tecnológico puede ser controlado por los ciudadanos.			
I 80211A Sí, porque cada generación de científicos y tecnólogos que desarrollarán la tecnología sale de la población de ciudadanos. Por tanto, los ciudadanos controlan un poco los avances en tecnología.		R	
P 80211D Sí, pero sólo cuando se llega a poner en uso los nuevos desarrollos. Los ciudadanos no pueden controlar el origen mismo de los nuevos desarrollos.	+		
90511 Las ideas científicas se desarrollan desde las hipótesis hasta las teorías, y finalmente, si son suficientemente buenas, hasta constituir leyes.			
Las hipótesis pueden conducir a teorías que pueden llevar a leyes:			
I 90511A porque una hipótesis se comprueba con experimentos. Si se prueba que es correcta llega a ser una teoría. Después que una teoría se ha probado como verdadera varias veces por diferentes personas y que se maneja durante mucho tiempo, ésta se convierte en ley.			-
90611 Cuando los científicos investigan, se dice que siguen el método científico. El método científico es:			
I 90611A procedimientos o técnicas de laboratorio; con frecuencia escritas en un libro o revista, normalmente por un científico.	+		
I 90611B registrar datos muy cuidadosamente.	+	R	
I 90611C controlar variables experimentales cuidadosamente, sin dejar lugar para la interpretación.		R	
I 90611E comprobar y volver a comprobar, demostrando que algo es verdadero o falso de una manera válida.			-
P 90611G plantear preguntas, hacer hipótesis, recoger datos y sacar conclusiones.			-
I 90611I una actitud que guía a los científicos en su trabajo.		R	
A 90611J considerar lo que los científicos realmente hacen; no existe verdaderamente una cosa llamada método científico.		R	-

Referencias bibliográficas

- ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A., PAIXÃO, M. F., ACEVEDO, P., OLIVA, J. M^a y MANASSERO, M. A. Mitos da didáctica das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. *Ciência & Educação*, 2005, 11(1), 1-15.
- AIKENHEAD, G.S. y RYAN, A.G. The development of a new instrument: "Views on science-technology-society" (VOSTS). *Science Education*, 1992, 76(5), 477-491.
- AKERSON, V. L. y VOLRICH, M. L. Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 2006, 43(4), 377-394.
- BENNETT, J. Systematic reviews of research in science education: rigour or rigidity? *International Journal of Science Education*, 2005, 27(4), 387406.
- DUSCHL, R. A. Making the nature of science explicit. En R. MILLAR, J. LEACH y J. OSBORNE (Eds.), *Improving science education: the contribution for research* Buckingham: Open University Press, 2000, p.187-206.
- EFLIN, J. T., GLENNAN, S. y REISCH, R. The nature of science: a perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 1999, 36(1), 107-116.
- KHISHFE, R. y ABD-EL-KHALICK, F. Influence of explicit reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 2002, 39(7), 551-581.
- LEDERMAN, N.G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 1992, 29(4), 331-359.
- LEDERMAN, N.G. Teachers' understanding of the nature of science: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 1999, 36(8), 916-929.
- LEDERMAN, N. G., WADE, P. D. y BELL, R. L. Assessing understanding of the nature of science: A historical perspective. En W. F. MCCOMAS (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998, p.331-350.
- MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.
- MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 2004, 22(2), 299-312.
- MCCOMAS, W.F. y OLSON, J.K. The nature of science in international science education standards documents. En W.F. MCCOMAS (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998, p.41-52.
- MELLADO, V. Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 1996, 14(3), 289-302.
- MILLAR, R. y OSBORNE, J. (Eds.). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Kings College, 1998.
- NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *National Science Education Standards*. National Washington, DC: Academic Press, 1996.
- NSTA. *National Science Teachers Association position statement: the nature of science*, 2000. Consultado el 18/3/07 en <http://www.nsta.org/159&psid=22>
- RUBBA, P.A. y HARKNESS, W.L. Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, 1993, 77(4), 407-431.
- RUBBA, P.A., SCHONEWEG, C.S. y HARKNESS, W.J. A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, 1996, 18(4), 387-400.
- SCHWARTZ, R., LEDERMAN, N. G. y CRAWFORD, B. A. Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 2004, 88(4), 610-645.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument. *International Journal of Science Education*, 1999, 21(3), 231-247.
- VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M. A. y ACEVEDO, J. A. An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 2006a, 90(4), 681-706.
- VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, J.A. Aplicación del cuestionario de opiniones CTS con una nueva metodología en la evaluación de un curso de formación CTS del profesorado. *Tarbiya* 2006b, 37, 31-66.

Dados dos autores

Ángel Vázquez-Alonso / María-Antonia Manassero-Mas

angel.vazquez@uib.es / ma.manassero@uib.es

Universidad de las Islas Baleares

Facultad de Psicología, Edificio Guillem Cifre de Colonia, Carretera de Valldemossa, km. 7.5

07122 – PALMA DE MALLORCA, España

Ciencia, Tecnología, Sociedad y Educación: una perspectiva de género

Silvia Porro

RESUMO: Nesta investigação, em uma amostra constituída por 81 professoras e 25 professores argentinos de escolas de ensino médio, foram observadas diferenças estatisticamente significativas a 95% e 99%, de acordo com o gênero, em relação aos resultados da média do índice de atitude global (IAG) para algumas questões do Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (COCTS). As questões que apresentaram diferença significativa no IAG, e em que as mulheres demonstraram uma atitude mais adequada que os homens, pertencem aos seguintes subtemas: Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia (C&T), Instituições educativas, Interação CTS, Resolução de problemas, União de duas culturas e Esquemas de classificação. Por outro lado, os homens demonstraram uma atitude mais adequada que as mulheres nos subtemas: Definição de Tecnologia, Ética, Decisões sociais, Decisões científicas, Influência nacional e Aproximação às investigações.

Palavras-chave: Gênero; Relações CTS–Educação–Professores–Atitudes.

ABSTRACT: In this study, where the sample was constituted by argentinian teachers (81 female and 25 male) of secondary school, we observed statistically significant differences at the 95 % and 99 % confidence level in the results of the average of global attitude index (GAI) to some questions of Questionnaire of Opinions on Science, Technology and Society, according to the gender. Questions in which we observed significant difference in GAI, and where women have shown more adequate attitude than men, belong to following subject: Science and Technology (S&T) Interdependence, Educational institutions, CTS Interaction, Solution of problems, Union of two cultures and Classification schemes. On the other hand, questions where men have shown more adequate attitude than women, belong to following subject: Technology's definition, Ethics, Social decisions, Scientific decisions, National influence and Closeness to research.

Keywords: Gender; CTS topics–Education–Teachers–Attitudes.

INTRODUCCIÓN

En la tapa de la edición dominical de uno de los diarios más leídos de la Argentina, aparecieron, en el mismo día, dos artículos que pueden analizarse desde una perspectiva de género, uno titulado "Ellas hablan más y mejor; ellos ganan con los números" (Palacios, 2008), y el otro "La 'superclase', una elite que influye en el poder mundial" (Armendáriz, 2008).

En el primer artículo se hace referencia a una evaluación internacional de la UNESCO sobre lectura, matemática y ciencias naturales a chicos de tercero y sexto grado de 17 países de América Latina (UNESCO, 2007). Según ese estudio existen diferencias en la capacidad de aprendizaje según el género: ellas para la lectura; ellos para la ciencia. En ese artículo, Silvina Gvirtz, directora de la Maestría de Educación de la Universidad de San Andrés, Buenos Aires, afirma "Creo que se debe a una cuestión cultural. En los países donde hay menos igualdad de género se supone que la matemática

mide la inteligencia y es más varonil... Como si la literatura no estuviera relacionada con la inteligencia.", y agrega "La escuela vuelve a reforzar esta diferencia, por eso, en las sociedades con más igualdad de género, las mujeres responden mejor en matemática". Ese informe de la UNESCO esgrime como causa de estas diferencias: "Las diferencias de resultados en relación con el género podrían explicarse por prácticas sociales que, permeando las pedagógicas, asocian el manejo del lenguaje a algo propio de lo femenino y el del cálculo y el trabajo científico con el mundo de lo masculino". Según este estudio, las desigualdades representan un desafío permanente para las políticas educativas y sociales en América Latina. No sólo las de género, sino también las económicas.

Y hablando de desigualdades económicas, podemos referirnos al segundo artículo antes citado, donde se habla de la "superclase" (Rothkopf, 2008), formada por las 6000 personas más poderosas del mundo que, básicamente, deciden lo que sucede en distintos ámbitos del planeta y cada vez se hacen

más influyentes. Para ser miembro de esta superclase hay que tener dinero y/o mucha influencia. Pero esta elite globalizada resulta aún más restrictiva si se considera que casi el 94% de sus miembros son hombres. Las mujeres conforman sólo el 6,3 % de sus filas, aunque suman el 51% de la población mundial. Y esa misma desigualdad se ve en todos los grupos de poder: sólo el 17% de los cuerpos legislativos mundiales son mujeres, mientras que apenas el 13% de las 500 empresas más grandes del mundo están dirigidas por mujeres. Estas situaciones están enmarcadas en lo que Puleo (1997) ha denominado *complejo de supremacía masculina*, que consiste en una organización social en la que los puestos claves de poder son ocupados exclusivamente o mayoritariamente por hombres.

Esta desigualdad se observa también en los ámbitos educativos, ya que la mujer está casi ausente de los cargos de dirección, sobre todo a medida que pasamos a niveles superiores (terciarios y universitarios, especialmente). Como se pregunta Santos Guerra (2000), ¿por qué, si la profesión docente está desempeñada especialmente por mujeres, éstas no acceden a la dirección más que los hombres? Este autor opina que el menor desarrollo profesional de las mujeres es un reflejo de lo que sucede en la sociedad y lo relativo al acceso a los puestos de poder no es más que una manifestación de un fenómeno más amplio y complejo.

Con esta introducción no pretendemos relacionar directamente un artículo periodístico con otro, sino mostrar cómo los roles de género están apareciendo en los medios de comunicación, en cuestiones referidas tanto a la educación científica, como a la realidad de hombres y mujeres en nuestra sociedad, con la potencia educativa que los medios tienen en la transmisión de modos de comportamiento. Según Emilia Moreno (2000:11), "Los procesos y los mecanismos de transmisión de estos modelos de comportamiento asignados a las mujeres y a los hombres son tan complejos y tan sutiles que, en muchas ocasiones, ni siquiera somos conscientes de ellos. Intervienen muchas personas. Se inician en la familia, se ven completados y legitimados en la escuela y reforzados por los medios de comunicación".

Una de las instituciones que contribuyen a la construcción cultural de la diferencia sexual es la escuela, que "incluso cuando está liberada del poder de la Iglesia, sigue transmitiendo los presupuestos de la representación patriarcal (basada en la homología entre la relación hombre/mujer y la relación adulto/niño), y sobre todo, quizás, los inscritos en sus propias estructuras jerárquicas, todas ellas con connotaciones

sexuales" (Bordieu, 2000:108). La escuela debe asumir el papel que le corresponde en la transmisión de estereotipos, ya que es transmisora de valores y socializadora.

La escuela marca a las personas en una serie de dimensiones que no se refieren únicamente a los conocimientos, sino al establecimiento de identidades, jerarquías y desigualdades (Subirats, 1999:19). En una reciente encuesta a investigadores e investigadoras universitarias de la Argentina (Estebanez, 2004), al preguntar en qué momento había optado por seguir una carrera universitaria "científica", la mayoría indicó que fue durante los estudios secundarios, particularmente durante los últimos dos años y en una cierta proporción la vocación científica se presentó ya iniciados los estudios universitarios, implicando en algunos casos un cambio de plan de estudios. Entre los factores mencionados como causantes de dicha elección se mencionó a los intereses personales y a la influencia de profesores en la escuela media y en la universidad.

Por eso, es preocupante la existencia de visiones deformadas de los profesores sobre la ciencia, la tecnología y la naturaleza, de la cual dan cuenta algunos estudios (Fernandez, Gil, Carrascosa *et al.*, 2002; Fernandez, Gil, Vilches *et al.*, 2003; Acevedo y Vazquez, 2004); entre estas visiones se encuentra una que afirma que "la actividad científica se considera una actividad predominantemente masculina" (Rebollo Leon, 2008).

Algo que ha contribuido a esa visión es que el papel de las mujeres en el desarrollo científico apenas está documentado en comparación con la presencia de los hombres, a pesar que sus aportaciones han sido muchas.

Muy poca gente sabe que fue una mujer la que sugirió a Alfred Nobel la creación de su premio y que son numerosas las mujeres galardonadas con él; que Marie Curie, después de quedarse viuda con dos hijas pequeñas a su cargo, renunció a la pensión que le ofrecía el gobierno para poder seguir investigando, o que fue Mileva Maric, la primera esposa de Albert Einstein, quien realizó muchos de los trabajos de física teórica por los que le concedieron a él el Premio Nobel (Moreno, 2000:24).

También los libros de texto de ciencias naturales contribuyen a reforzar los estereotipos sexistas; en un análisis de los personajes que aparecen en diferentes libros, Blanco (2000) ha encontrado que mientras los hombres aparecen como científicos,

médicos y filósofos (actividades de prestigio, ya sea social o profesional), las mujeres lo hacen como madres, alumnas y deportistas. Una distribución que, en modo alguno, corresponde a la realidad y que no refleja una visión adecuada del mundo en general y del científico en particular. La presentación distorsionada de las contribuciones científicas de las mujeres favorece que las estudiantes busquen modelos de identificación en otras profesiones, por eso creemos que la formación de las profesoras y los profesores de ciencias debería dedicar un espacio para reflexionar sobre el papel de las mujeres en la ciencia.

En este trabajo, nuestro objeto de estudio son las actitudes de profesoras y profesores, hacia la ciencia, la tecnología y la sociedad; nuestra hipótesis es que el género influye en esas actitudes. Esto nos parece importante porque pensamos que a través de la educación se reproduce la tipificación sexual y se transmiten esas actitudes, favoreciendo los estereotipos y perpetuando los valores e ideologías dominantes en la escuela y en la sociedad toda. Por lo general, las profesoras y los profesores mantienen prácticas que perviven al paso del tiempo y se resisten a las reformas. Son ellas y ellos quienes se constituyen en modelos y vehículos de socialización, aunque, en muchos casos, el profesorado no es consciente de su papel en la transmisión de estereotipos sexistas. Habitualmente, ignoran cómo sus propias acciones y actitudes afectan la formación, a su vez, de actitudes en las alumnas y alumnos. Desconocen cómo la selección de actividades o materiales didácticos que están basados en un modelo científico y didáctico patriarcal, margina a las mujeres. En la escuela se han aplicado las teorías científicas procedentes del campo industrial/comercial o de las grandes burocracias, estas teorías olvidan dimensiones éticas y políticas como las relacionadas con el género o las que tienen que ver con la diversidad o con el poder emanado de la cultura dominante (Santos Guerra, 2000:56).

Es imprescindible que tengamos en cuenta que las relaciones de género están presentes en todas las actividades, y que tratemos de analizar la trama generada por la cultura en torno al género, ya que la forma de relacionarnos como mujeres y hombres está determinada por la cultura.

METODOLOGÍA

La muestra objeto de este estudio estuvo formada por 106 profesores en ejercicio de educación secundaria (81 mujeres y 25 hombres), de diversas edades y de diversas especialidades.

La metodología utilizada en esta investigación se basa en el uso del Cuestionario de Opiniones sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad (COCTS), acreditado como uno de los mejores instrumentos de papel y lápiz para evaluar las actitudes sobre los temas y cuestiones CTS referidos como naturaleza de la ciencia, que es una creación de algunos investigadores del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, PIEARCTS (Manassero Mas, Vazquez Alonso y Acevedo Diaz, 2003).

El COCTS es un conjunto de 100 cuestiones de opción múltiple independientes entre sí referidas a Definiciones de Ciencia y Tecnología, Sociología Externa e Interna de la Ciencia y Epistemología (Naturaleza del conocimiento científico). La Sociología Externa de la Ciencia abarca los temas Influencia de la Sociedad sobre la Ciencia y la Tecnología, Influencia triádica (CTS), Influencia de la Ciencia y la Tecnología sobre la Sociedad e Influencia de la ciencia escolar sobre la Sociedad. La Sociología Interna de la Ciencia abarca los temas Características de los Científicos, Construcción social del conocimiento científico y Construcción social de la Tecnología. En este trabajo se ha utilizado el cuestionario consensuado en el PIEARCTS, que incluye 30 cuestiones.

Todas las cuestiones tienen la misma estructura: un texto inicial que plantea un problema y va seguido de una lista de frases que representan diferentes alternativas de posibles respuestas al problema planteado, y que están ordenadas y etiquetadas sucesivamente con una letra (A, B, etc.). Se pide al encuestado que valore su grado de acuerdo personal con cada una de las frases escribiendo sobre el cuadrado a la izquierda de cada frase el número que representa su opinión, expresado en una escala de 1 a 9 con los siguientes significados:

DESACUERDO				Indeciso	ACUERDO				OTROS	
Total	Alto	Medio	Bajo		Bajo	Medio	Alto	Total	No entiendo	No sé
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Cada respuesta pertenece a una de las siguientes categorías:

- Adecuada (A): si la frase expresa una opinión adecuada sobre el tema (coherente con los conocimientos de historia, epistemología y sociología de la ciencia).
- Plausible (P): aunque no totalmente adecuada, la frase expresa algún aspecto adecuado.
- Ingenua (I): la frase explica un punto de vista que no es ni adecuado ni plausible.

Para obtener el índice de actitud global (IAG) del modelo de respuesta múltiple se transforman las puntuaciones directas sobre la escala de nueve puntos en puntuaciones finales de actitud global según un algoritmo.

El resultado, el IAG en la cuestión, es un número comprendido en el rango +1, -1. Si el índice es positivo, la actitud es valiosa, tanto mejor cuanto más se acerca al valor de unidad. Si el índice es negativo, la actitud es ingenua, tanto más ingenua cuanto más se acerca al valor de unidad negativa. El IAG es independiente de la cuestión a responder, del número de alternativas o posiciones que tiene y del número de posiciones adecuadas, plausibles e ingenuas que posee, de modo que es un parámetro invariante, puesto que es independiente de la cuestión y de la estructura que posee ésta. Esto permite obtener un índice total semejante, con el mismo significado, cuando se aplica un conjunto de cuestiones, sumando los IAG en cada cuestión y dividiendo por el número de cuestiones aplicadas.

RESULTADOS

Existen diferencias estadísticamente significativas al 95% y 99%, según el género, respecto a los resultados de la media del IAG. Si bien en la media total de los IAG de las cuestiones no hay una diferencia significativa (0,13 para las mujeres y 0,15 para los hombres), sí encontramos diferencias significativas en el IAG de algunas cuestiones.

La mayor diferencia en el IAG entre géneros (0,19) se encuentra en la Sociología Interna de la Ciencia, en el tema Construcción social del conocimiento científico, en una de las cuestiones del subtema Decisiones científicas, cuyo enunciado es "Cuando se propone una nueva teoría científica, los científicos deben decidir si la aceptan o no. Toman esta decisión por consenso; esto es, los que la proponen deben convencer a una gran mayoría de otros científicos para que crean en la nueva teoría". Para esta cuestión el IAG es más elevado en los hombres que en las mujeres, indicando que el género masculino tiene una actitud mucho más adecuada que el femenino al respecto.

En la Tabla 1 se observa la cuestión anterior y otras, en las cuales se ha encontrado diferencia significativa en los IAG, y donde los hombres han demostrado una actitud más adecuada que las mujeres.

Tabla 1: Cuestiones en las cuales los hombres muestran un IAG significativamente más adecuado que las mujeres

Categoría	Tema	Subtema	Cuestión
Definiciones	Ciencia y Tecnología (CyT)	Tecnología	Definir qué es la tecnología puede resultar difícil porque ésta sirve para muchas cosas. Pero la tecnología PRINCIPALMENTE es:
Sociología externa de la ciencia	Influencia de la Sociedad sobre la CyT	Ética	Algunas culturas tienen un punto de vista particular sobre la naturaleza y los humanos. Los científicos y la investigación científica están afectados por las creencias religiosas o éticas de la cultura donde se realiza el trabajo.
	Influencia de CyT sobre la Sociedad	Decisiones sociales	La ciencia y la tecnología pueden ayudar a la gente a tomar algunas decisiones morales (esto es, decidir cómo debe actuar una persona o un grupo respecto a otras personas).
Sociología interna de la ciencia	Construcción social del conocimiento científico	Decisiones científicas	Cuando se propone una nueva teoría científica, los científicos deben decidir si la aceptan o no. Toman esta decisión por consenso; esto es, los que la proponen deben convencer a una gran mayoría de otros científicos para que crean en la nueva teoría.
		Influencia nacional	Los científicos formados en distintos países tienen maneras diferentes de ver un problema científico. Esto quiere decir que el sistema educativo o la cultura de un país pueden influir sobre las conclusiones a las que llegan.
Epistemología	Naturaleza del conocimiento científico	Aproximación a las investigaciones	Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico.

La cuestión donde las mujeres han demostrado una actitud significativamente más adecuada que los hombres, y en la que se ha encontrado mayor diferencia en el IAG (0,17), pertenece a la Sociología Externa de la Ciencia, al tema Influencia de la ciencia escolar sobre la Sociedad, en el subtema Unión de dos culturas, y enuncia: "Parece que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras

(por ejemplo, literatura, historia, economía, leyes). Pero si todos estudiaran más ciencias, entonces todos las comprenderían".

En la Tabla 2 se observa la cuestión anterior y otras, en las cuales se ha encontrado diferencia significativa en los IAG, y donde las mujeres han demostrado una actitud más adecuada que los hombres.

Tabla 2: Cuestiones en las cuales las mujeres muestran un IAG significativamente más adecuado que los hombres			
Categoría	Tema	Subtema	Cuestión
Definiciones	Ciencia y Tecnología	Interdependencia	Para mejorar la calidad de vida del país, sería mejor gastar dinero en investigación tecnológica EN LUGAR DE en investigación científica.
Sociología externa de la ciencia	Influencia de la Sociedad sobre la CyT	Instituciones educativas	El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de tener buenos científicos, ingenieros y técnicos. Por tanto, el país necesita que los alumnos estudien más ciencias en la escuela.
	Influencia triádica	Interacción CTS	¿Cuál de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad?
	Influencia de CyT sobre la Sociedad	Resolución de problemas	En tu vida diaria, el conocimiento de la ciencia y la tecnología te ayuda personalmente a resolver problemas prácticos (por ejemplo, lograr sacar el coche de una zona de hielo, cocinar o cuidar un animal).
	Influencia de la ciencia escolar sobre la Sociedad	Unión de dos culturas	Parece que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras (por ejemplo, literatura, historia, economía, leyes). Pero si todos estudiaran más ciencias, entonces todos las comprenderían.
Epistemología	Naturaleza del conocimiento científico	Esquemas de clasificación	Cuando los científicos clasifican algo (por ejemplo, una planta de acuerdo con sus especies o una estrella según su tamaño), están clasificando la naturaleza tal como es; cualquier otra manera sería simplemente errónea.

Si bien en la Sociología Interna de la Ciencia no se han encontrado cuestiones en las que las mujeres hayan mostrado un IAG mayor que los hombres, en el tema Características de los científicos, donde aparecen los dos subtemas específicos para la perspectiva de género, Efectos de género e Infrarrepresentación de las mujeres, se observan diferencias significativas en el índice de actitud de la categoría Adecuada, en ambos casos con mayor índice para las mujeres (con una diferencia de 0,06 y 0,11 respectivamente).

En el primer subtema, la cuestión propone: "Trabajando en ciencia o tecnología, una buena científica mujer realizaría el trabajo básicamente de la misma manera que un buen científico hombre". En el segundo: "Hoy día, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas. La PRINCIPAL razón de esto es:".

DISCUSIÓN

La primera reflexión que surge al observar los temas en que mujeres y hombres han mostrado actitudes más adecuadas, es que lo femenino está relacionado con lo microsociológico, con lo privado, con la adaptación, con la educación y lo masculino con lo macrosociológico, con lo público, con la toma de decisiones, con la investigación.

Es llamativo, por ejemplo, que si bien los hombres presentan una actitud más adecuada hacia lo que es la tecnología, son las mujeres las que demuestran una actitud más adecuada en la interdependencia entre CyT, y en la interacción CTS. Esto podría explicarse porque el perfil de rasgos femeninos es diferente al de los hombres; entre esos

rasgos femeninos Judi Marshall (1984) incluye la "percepción del mundo" y la "creatividad". Según esta autora, las mujeres le dan más importancia a las relaciones entre elementos que a los elementos mismos. Esto les hace seguir una estrategia de comunión (trabajar con y a través de su ambiente) más que de agencia (control del ambiente). De ahí que aparezca como más adecuada la actitud femenina hacia las relaciones de la tecnología con la ciencia y la sociedad, que las actitudes frente a la tecnología misma. En la cuestión referida a las instituciones educativas también se pone en evidencia la importancia que las mujeres dan a las relaciones CTS, aquí las mujeres vuelven a mostrar una actitud más adecuada que los hombres, y ésta implica considerar que los estudiantes deben aprender cómo la ciencia y la tecnología afectan a sus vidas diarias.

Otro de los temas en los que las mujeres presentan actitudes más adecuadas que los hombres, es en la resolución de problemas, donde se pone de manifiesto la creatividad, que surge en ellas como consecuencia de tener que sobrevivir en un mundo en el que han estado constantemente devaluadas y enmudecidas. La resolución de problemas, junto con la atención a la diversidad y la resolución de conflictos, son algunas de las áreas que Loden (1987) identifica como áreas en las que se observan diferencias entre mujeres y hombres cuando ocupan cargos directivos. Estas características nos permiten explicar las actitudes más adecuadas de las mujeres en los temas "resolución de problemas" y "unión de dos culturas". Estos rasgos femeninos son fruto de una socialización que ha obligado a las mujeres a asumir unos papeles y a mantener unas actitudes que les permitieran defenderse y, a ser posible, tener éxito (SANTOS GUERRA, 2000).

En cuanto a la Naturaleza del conocimiento científico, en la cuestión referida a los Esquemas de clasificación, las mujeres muestran una actitud más adecuada que los hombres, demostrando flexibilidad, al considerar que existen muchas formas de clasificar la naturaleza, que los nuevos descubrimientos pueden llevar a nuevas clasificaciones y que la ciencia no es exacta.

Con respecto a los temas en los cuales los hombres han mostrado actitudes más adecuadas que las mujeres, podríamos agrupar las Decisiones sociales, Decisiones científicas e Influencia nacional dentro de la esfera de lo público y su relación con el poder, donde los hombres se encuentran más cómodos, ya que las prácticas sexistas del androcentrismo han limitado el acceso de las mujeres a "lo público", restringiéndolas mayormente a la esfera privada del hogar (Arenas, 2000).

En lo referido a la Naturaleza del conocimiento científico los hombres han mostrado una actitud más adecuada que las mujeres en el tema Aproximación a las investigaciones, lo cual implica una visión más realista del método científico, donde para la obtención de resultados no basta con seguir determinados pasos, sino que hace falta además originalidad. El IAG de las mujeres en esta cuestión, las muestra como más obedientes a una metodología que le es ajena.

La cuestión referida a la Ética es muy interesante de analizar, ya que ni siquiera los especialistas se han animado a clasificar a alguna proposición como adecuada, limitándose a dividir las entre plausibles e ingenuas. Entonces, en esta cuestión lo correcto es decir que el IAG de los hombres es significativamente más plausible que el de las mujeres (con una diferencia de 0,36), quienes muestran una actitud ingenua en este tema. Aquí, al analizar la influencia de las creencias éticas y religiosas en la investigación científica, los hombres opinan (en mayor medida que las mujeres) que los científicos se inclinan hacia los resultados que benefician a su cultura y hacia las investigaciones que apoyan o están a favor de sus creencias, y admiten la influencia de las diferencias individuales de los científicos. Las mujeres, en cambio, prefieren las proposiciones que indican que las creencias éticas y religiosas no influyen sobre la investigación científica.

Por último, nos parece importante hacer notar que en todas las cuestiones referidas a la Sociología Interna de la Ciencia han sido los hombres los que han obtenido un mayor IAG, indicando que, así como en las cuestiones del poder, en los aspectos referidos al funcionamiento interno de la ciencia, los hombres muestran una mayor cercanía que las mujeres. Sin embargo, es alentador observar que en los subtemas Efectos de Género e Infrarrepresentación de las mujeres el índice obtenido para las proposiciones adecuadas es mayor para las mujeres. De esto podemos inferir que la actitud de las mujeres hacia la ciencia está cambiando, ya que ellas consideran, en mayor medida que los hombres, que ambos géneros son iguales en términos de lo que se necesita para ser un buen científico y que cualquier diferencia en la manera en que trabajan los científicos es debida a las diferencias individuales. Es interesante observar que, aunque los hombres admitían que las diferencias individuales entre los científicos influían sobre el tipo de investigación científica, no piensan lo mismo con respecto a las diferencias de género.

En cuanto a la infrarrepresentación de las mujeres en la ciencia, los resultados obtenidos indican

que ellas están más concientes que ellos de que el estereotipo que indica que los hombre son más listos y dominantes, mientras que las mujeres son más débiles y menos lógicas, ha causado que más hombres lleguen a ser científicos. Las mujeres también están más de acuerdo con que las escuelas no han hecho lo suficiente para animar a las mujeres a elegir cursos de ciencias, porque se pensaba que la ciencia era una vocación de hombres. Ellas además están más convencidas que ellos que las mujeres están tan interesadas por la ciencia y son tan capaces como los hombres. Tal vez, se estén comenzando a desarrollar "estrategias de resistencia", ya que, citando a Foucault, "no existen relaciones de poder sin resistencia y que éstas son más reales y eficaces cuando se forman allí mismo donde se ejercen las relaciones de poder" (Foucault, 1992:171).

CONCLUSIÓN

El hecho de no haberse observado diferencias significativas en la media total del IAG entre géneros, pero sí en los IAG de algunas cuestiones, parece indicar que si bien hombres y mujeres son *iguales* en su índice de actitud global frente a las cuestiones referidas a la ciencia, la tecnología y la sociedad, sus actitudes son *diferentes* en algunos temas específicos. Y, si bien los términos *iguales* y *diferentes* son antónimos, es imprescindible que respetemos el derecho a la igualdad de las personas desde el derecho a la diferencia (Lomas, 1999:15).

Esperamos que estas investigaciones desde la perspectiva de género, nos ayuden a tomar conciencia y a reflexionar acerca de las desigualdades que aún persisten en nuestra sociedad y del rol que cumple la escuela en los mecanismos de transmisión de las mismas, y contribuyan a eliminar, en el ámbito de la educación, esa antítesis entre igualdad y diferencia.

Agradecimientos

Al Ministerio de Educación y Ciencia de España, por el financiamiento del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad PIEARCTS. Proyecto de investigación SEJ2007-67090/EDUC.

A la Universidad Nacional de Quilmes y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina, por el financiamiento del PICTO 2006 UNQ N° 36501.

Al Dr. Raúl Moralejo (Director de Área GRIDTICs – UTN – Facultad Regional Mendoza. Director ICTI – Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería) y a la Ing. Nerina Dumit (Integrante GRIDTICs – UTN – Facultad Regional Mendoza), por el análisis de los datos estadísticos.

Referências bibliográficas

- ACEVEDO, J. A. y VAZQUEZ, A. Las relaciones entre ciencia y tecnología en la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz, Vol.1, N°3, p.240-246, Set. 2004. Disponible en: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_3/rese%F1a_6.pdf Acceso: 22/07/08
- ARENAS, G. Las madres en la educación, una voz siempre presente pero, ¿reconocida? En: SANTOS GUERRA, M. A. (coord.). *El harén pedagógico. Perspectiva de género en la organización escolar*. Barcelona: Graó, 2000.
- ARMENDARIZ, A. La "superclase", una elite que influye en el poder mundial. *La Nación*, Buenos Aires, 29 de junio de 2008, p.1.
- BLANCO, N. Mujeres y hombres para el siglo XXI: El sexismo en los libros de texto. En: SANTOS GUERRA, M. A. (coord.). *El harén pedagógico. Perspectiva de género en la organización escolar*. Barcelona: Graó, 2000.
- BORDIEU, P. *La dominación masculina*. Barcelona: Anagrama, 2000.
- ESTEBANEZ, M. E. *Estudio comparativo iberoamericano sobre la participación de la mujer en las actividades de investigación y desarrollo: los casos de Argentina, Brasil, Costa Rica, España, México, Paraguay, Uruguay y Venezuela*. Programa UNESCO ORCYT. Buenos Aires. 2004.
- FERNANDEZ, I. GIL, D., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A. y PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, Vol. 20, N°3, p.477-488, 2002.

- FERNANDEZ, I., GIL, D., VILCHES, A., VALDES, P., CACHAPUZ, A., PRAIA, J. y SALINAS, J. El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol.2, N° Especial, 2003. Disponible en: http://www.oei.es/catmexico/el_olvidodela.pdf Acceso: 22/07/08
- FOUCAULT, M. *Microfísica del poder*. Madrid: La Piqueta. 1992.
- LODEN, M. *Dirección femenina: Cómo triunfar en los negocios sin actuar como un hombre*. Barcelona: Hispano Europea. 1987.
- LOMAS, C. ¿Iguales o diferentes? En: LOMAS, C. (comp.). *¿Iguales o diferentes? Género, diferencia sexual, lenguaje y educación*. Barcelona: Paidós, 1999.
- MANASSERO MAS, M. A.; VAZQUEZ ALONSO, A. y ACEVEDO DIAZ, J. A. *Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología i societat (COCTS) [Views on Science, Technology, and Society Questionnaire]*. Princeton, NJ: Educational Testing Service. 2003. Disponible en: <http://www.ets.org/testcoll/> Acceso: 08/07/08
- MARSHALL, J. *Women Managers. Travellers in a Male Word*. Londres: John Wiley and Sons. 1984.
- MORENO, E. La transmisión de modelos sexistas en la escuela. En: SANTOS GUERRA, M. A. (coord.). *El harén pedagógico. Perspectiva de género en la organización escolar*. Barcelona: Graó, 2000.
- PALACIOS, C. Ellas hablan más y mejor; ellos ganan con los números. *La Nación*, Buenos Aires, 29 de junio de 2008, p.1.
- PULEO, A. Algunas reflexiones sobre género y persona. En: ALARIO, T.; GARCIA, C. (coord.) *Persona, género y educación*. Salamanca: Amarú Ediciones. 1997.
- REBOLLO LEON, J. L. Preconcepciones de ciencia y tecnología en los profesores de bachillerato: un estudio empírico en el estado de Guanajuato. *REICE Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Madrid, Vol.6, N°1, p.119-133, 14 feb. 2008.
- ROTHKOPF, D. *Superclass: The global power elite and the world they are making*. New York: Farrar, Straus and Giroux. 2008.
- SANTOS GUERRA, M. A. Yo tengo que hacer la cena. La mujer y el gobierno de los centros escolares. En: SANTOS GUERRA, M. A. (coord.). *El harén pedagógico. Perspectiva de género en la organización escolar*. Barcelona: Graó, 2000.
- SUBIRATS, M. Género y escuela. En: LOMAS, C. (comp.). *¿Iguales o diferentes? Género, diferencia sexual, lenguaje y educación*. Barcelona: Paidós, 1999.
- UNESCO. *Segundo estudio regional comparativo y explicativo 2004 -2007*. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001430/143084s.pdf>. Acceso: 04/07/2008.

Dados da autora

Silvia Porro (sporro@unq.edu.ar) – Dra. en Ciencias Bioquímicas, Universidad Nacional de Quilmes, Profesora Titular. R. Sáenz Peña 352, B1876BXD Bernal, (Buenos Aires), Argentina.
54-11-4365-7100

Aproximações sobre a Organização do Conhecimento Científico nas Propostas Pedagógicas baseadas em Paulo Freire e CTS no Ensino de Ciências

Guilherme Trópia
Fabrícia Amorim
Marcelo Camargo Martins

RESUMO: Atualmente, no ensino de ciências, deparamo-nos com várias propostas que buscam apurar o conhecimento científico trabalhado em sala de aula. Encontramos investigações no ensino de ciências que procuram desvelar o conhecimento científico, no qual a abordagem CTS e a pedagogia freireana são propostas que se destacam nessa temática. Assim, este artigo visa analisar essas propostas e apresentar como concebem o conhecimento científico no ensino de ciências, enfatizando algumas aproximações.
Palavras-chave: Conhecimento Científico; CTS; Pedagogia de Paulo Freire.

ABSTRACT: Currently, in science teaching, we come across several proposals that seek to establish scientific knowledge worked in the classroom. We found investigations in science teaching seeking unveiling scientific knowledge, where the STS approach and Paulo Freire's pedagogy are proposals that emphasize this theme. Thus, this article aims to examine these proposals and present design as scientific knowledge in science teaching, emphasizing some approximation.
Keywords: Scientific Knowledge; STS; Paulo Freire's Pedagogy.

INTRODUÇÃO

Dentre as pesquisas em ensino de ciências há um consenso de que é necessário superar o ensino por transmissão e acumulação de conhecimentos científicos socialmente descontextualizados. Por mais que esse assunto tenha sido exaustivamente discutido, no contexto da sala de aula, ainda existem dificuldades em se articular os conhecimentos científicos com a realidade sociocultural dos alunos. Essas dificuldades podem estar na apropriação de um processo educativo em que aprender ciências seja uma forma de ampliar as condições para o exercício da cidadania, auxiliando os alunos a enfrentarem os problemas vividos em seus contextos sociais. Algumas propostas educacionais têm assinalado direcionamentos na superação dessas dificuldades, como as baseadas na pedagogia de Paulo Freire e na abordagem CTS. Este artigo procura analisar como o conhecimento científico tem sido contemplado e organizado frente a essas propostas pedagógicas que priorizam uma educação científica humanística.

Tomando como base a epistemologia de Gaston Bachelard, o conhecimento científico não deve ser concebido como uma continuação, melhoria ou aperfeiçoamento do senso comum. Esse epistemólogo defende que a construção do conhecimento científico se dá através de uma ruptura entre o "conhecimento vulgar" e o conhecimento científico (Bachelard, 1996). Por dedicar parte de sua vida à educação básica, Bachelard pontua algumas reflexões sobre a prática pedagógica nas escolas e, de acordo com suas reflexões sobre a concepção de ciência, ele defende que a apropriação do conhecimento científico deve ocorrer a partir de rupturas da experiência e da forma de pensar dos alunos nas escolas.

Essas reflexões de Bachelard inspiraram outros pesquisadores na discussão da abordagem do conhecimento científico na escola, como Snyders (1988), Delizoicov (1991), Lopes (1996) e Almeida (2004). Georges Snyders discute a questão da ruptura-continuidade no processo de ensino-aprendizagem na escola. Ele aponta que existe uma cultura primeira não-sistematizada, formada no

cotidiano, e uma cultura elaborada ou cultura escolar, que é sistematizada. Snyders (1988) comenta que existe uma ruptura entre a cultura primeira e a cultura elaborada, já que esta opera uma crítica, organiza e sistematiza os dados daquela, possibilitando uma nova visão da realidade. No entanto, apesar de haver um consenso sobre a questão da ruptura na apropriação do conhecimento científico, esse autor demonstra que entre as duas formas de cultura existem diferenças, mas estas não criam uma total separação entre elas. Pelo contrário, a cultura escolar, representada pelo professor, encontra-se em continuidade com a cultura primeira, que é a cultura do aluno. Portanto, a escola tem de realizar o movimento de fazer passar da cultura primeira à cultura elaborada, sem que seja necessário negar ou abandonar a primeira, mas sabendo aprofundar o que nesta era só uma opinião não-sistematizada.

Resgatando essa discussão, Almeida (2004) coloca que a ruptura entre o conhecimento científico e o senso comum não pode ser realizada de forma precipitada nas escolas, onde os mecanismos da racionalidade científica podem ser tratados de forma insignificante para os estudantes, inferindo que momentos de continuidade podem ser importantes para o processo educativo.

Tendo em vista que há uma diferença entre o conhecimento científico produzido nas instituições de pesquisa e o conhecimento científico contemplado nas escolas, e que essa diferença se constitui discursivamente em relação às finalidades e efeitos de sentidos produzidos por esses conhecimentos (Almeida, 2004), buscamos delimitar o que chamamos de conhecimento científico neste artigo. Assim, conhecimento científico, neste trabalho, se remete a conhecimentos que são selecionados e passam por um processo de mediação didática, sendo contemplados nas instituições de educação básica.

Para realizarmos essa análise, apresentaremos de maneira simplificada as propostas educacionais baseadas em Paulo Freire e na abordagem CTS, apontando como os conhecimentos científicos são contemplados e organizados no contexto dessas práticas educativas.

O CONHECIMENTO PARA PAULO FREIRE

As perspectivas atuais da educação estão marcadas pela questão do conhecimento, o qual se tornou peça chave para entender a própria sociedade.

Mais do que a era do conhecimento, podemos dizer que vivemos a era da informação e de dados, muito mais que de conhecimentos. O acesso ao conhecimento é ainda muito precário, sobretudo em sociedades com grande atraso educacional como a nossa (Gadotti, 2000:19).

Hoje, as teorias do conhecimento na educação estão centradas na aprendizagem. Mas o que é o conhecimento? Que tipo de conhecimento devemos adquirir? Qual o conhecimento que adquirimos nas escolas? Essas questões são bastante pertinentes quando se direcionam ao conhecimento escolar.

Para Freire (2005), *conhecer é ler o mundo e transformá-lo*. Conhecer é tudo. Mas o que devemos adquirir como conhecimento necessário para a transformação do mundo? Freire ainda diz que *o conhecimento resulta de uma relação dialética que se estabelece entre educador e educando, na qual ambos têm o que aprender*. Contudo, o conhecimento se estabelece pela troca, na qual o respeito e a valorização do indivíduo são de fundamental importância.

As obras de Paulo Freire enfatizam as condições gnosiológicas da prática educativa, permeada na idéia de que educar é conhecer, ler o mundo e transformá-lo. Seu pensamento estava fortemente orientado por um projeto político-pedagógico, cujo conteúdo era a libertação. Defendia a educação como um ato dialógico, sendo ao mesmo tempo rigoroso, intuitivo, imaginativo e afetivo. Sua teoria do conhecimento reconhece que o ato de conhecer e de pensar estão diretamente ligados na relação com o outro, sendo que o conhecimento precisa de expressão e comunicação, consistindo num ato histórico, gnosiológico e lógico numa dimensão dialógica.

Paulo Freire não desejava que sua teoria do conhecimento fosse condicionada a uma metodologia pura, da qual Gadotti (2000) assinala os quatro passos de um método, no contexto de sua epistemologia.

O primeiro passo está em ler o mundo, destacando a curiosidade como pré-condição do conhecimento, pois é o aprendiz que conhece, não considerando o educador superior ao educando.

O segundo passo está no compartilhamento da leitura do mundo. Não se pode saber se a leitura de mundo realizada pelo indivíduo está correta, se não for compartilhada e comparada com a leitura de mundo do outro. O diálogo se torna primordial num critério de verdade, não sendo apenas uma estratégia pedagógica. Coloca-se, assim, que o conhecimento só é válido quando compartilhado com o outro.

A educação como ato de produção e reconstrução do saber é o terceiro passo: conhecer não é acumular conhecimentos, informações ou dados. Conhecer implica mudanças de atitudes, saber pensar e não apenas assimilar conteúdos escolares.

Conhecer é estabelecer relações, dizia Piaget e Paulo Freire completava: saber é criar vínculos. O conteúdo torna-se forma. [...] em educação, a forma é o conteúdo. Saber em educação é mudar de forma, criar a forma, formar-se. Educar é formar-se. (Gadotti, 2000:18)

O quarto passo está na educação como prática da liberdade. Freire destaca aqui a politicidade do conhecimento, sendo o momento da problematização, da existência pessoal, da sociedade e do futuro. Coloca a educação não só como ciência, mas como arte e práxis, ação e reflexão, conscientização e projeto. As teorias do conhecimento na educação estão centralizadas na aprendizagem, não sendo objetivo deste artigo centrar esse foco. Gadotti (2000) ainda analisa o pensamento freireano a respeito da construção do conhecimento.

Conhecer é tudo isso – construção de categorias de pensamento, ler o mundo, transformar o mundo – mesmo porque não é possível construir categorias de pensamento como se elas existissem a priori, independente do sujeito que, ao conhecer, reconstrói o que conhece. (Gadotti, 2000:19)

O conhecimento só é possível quando se deseja conhecer, quando se quer saber, quando nos envolvemos profundamente no que apreendemos. Atualmente a transversalidade e a transdisciplinaridade do conhecimento são mais valorizadas do que os conteúdos clássicos do currículo. A educação está diretamente ligada ao conhecimento e o conhecimento se funda na atividade humana. Assim, conhecer não é somente adaptação ao mundo, é condição de sobrevivência do ser humano e da espécie.

FREIRE E O CONHECIMENTO CIENTÍFICO

O conhecimento científico na metodologia freireana é interpelado pela práxis em uma educação problematizadora, à qual se vincula sua concepção de problematização:

Se o conhecimento científico e a elaboração de um conhecimento rigoroso não podem prescindir de sua matriz problematizadora, a

apreensão deste conhecimento científico e do rigor deste pensamento filosófico não pode prescindir igualmente da problematização que deve ser feita em torno do próprio saber que o educando deve incorporar. (Freire, 1977:54)

Freire (2005) propõe a educação problematizadora por meio de "temas geradores", que são originados de uma pesquisa denominada de investigação temática. A investigação do tema gerador é realizada por meio de uma metodologia conscientizadora que, além de possibilitar sua apreensão, conduz a inserção do homem em uma forma crítica de pensar o mundo.

Para chegar aos temas geradores, Freire sistematiza a dinâmica da educação problematizadora em cinco etapas, sendo que é a última que estará associada ao conhecimento (científico) que deverá ser trabalhado em sala de aula.

É importante reenfatar que o tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homem-mundo. Investigar o tema gerador é investigar, repitamos, o pensar dos homens referido à realidade, é investigar seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis. (Freire, 2005:114)

Delizoicov (2003) sintetiza e esquematiza as cinco etapas da investigação temática:

1. Levantamento preliminar: diagnóstico inicial das condições da localidade, onde através de fontes secundárias e conversas informais se realiza uma aproximação e uma coleta de dados.
2. Análise das situações e escolha das codificações: realiza-se a escolha de situações que encerram as contradições vividas perante as codificações.

As codificações, de um lado, são a mediação entre o "contexto concreto ou real", em que se dão os fatos, e o "contexto teórico", em que são analisadas; de outro, são o objeto cognoscível sobre que o educador-educando e os educandos-educadores, como sujeitos cognoscentes, incidem sua reflexão crítica. (Nota de rodapé, Freire, 2005:126)

3. Diálogos descodificadores: volta-se a campo para a realização de diálogos descodificadores, originados a partir da discussão problematizada nas contradições vividas.

No processo da descodificação, cabe ao investigador, auxiliar desta, não apenas ouvir os indivíduos, mas desafiá-los cada vez mais, problematizando, de um lado, a situação existencial codificada e, de outro, as próprias respostas que vão dando aqueles no decorrer do diálogo. (Freire, 2005:131)

Os temas geradores, portanto, são obtidos através do processo dialógico da "codificação-problematização-descodificação". (Delizoicov, 2003:138)

4. Redução temática: esta é a última etapa antes da situação de sala de aula, onde ocorre a programação dos conteúdos específicos levados aos alunos.

Feita a delimitação temática, caberá a cada especialista, dentro de seu campo, apresentar à equipe interdisciplinar o projeto de "redução" de seu tema. No processo de "redução" deste, o especialista busca os seus núcleos fundamentais que, constituindo-se em unidades de aprendizagem e estabelecendo uma seqüência entre si, dão a visão geral do tema "reduzido". (Freire, 2005:134)

A sistematização que fundamentará a organização dos conhecimentos será o registro da análise contextualizada da realidade local em diferentes dimensões e abordagens, na construção de uma rede temática, realizada de modo coletivo. Assim, Freire caracteriza o processo da delimitação do tema.

Neste esforço de "redução" da temática significativa, a equipe reconhecerá a necessidade de colocar alguns temas fundamentais que, não obstante, não foram sugeridos pelo povo, quando da investigação. (...) Na "redução" temática, que é a operação de "cisão" dos temas enquanto totalidades, se buscam seus núcleos fundamentais, que são as suas parcialidades. Desta forma, "reduzir" um tema é cindi-lo em suas partes para, voltando-se a ele como totalidade, melhor conhecê-lo. (Freire, 2005:134)

É neste momento que o especialista irá selecionar e identificar qual será o conhecimento a ser trabalhado em sala de aula. Snyders (1988) chama esse conhecimento de "cultura elaborada", sendo uma contribuição para a compreensão dos temas geradores. À medida que os especialistas selecionam os conhecimentos, pode ocorrer a necessidade da inclusão de outros temas, que Freire denomina como "dobradiças".

Os "temas dobradiças" têm a função de facilitar a compreensão entre temas no conjunto da unidade programática, propiciando uma ligação, ou ainda contém, entre si, as relações a serem percebidas entre o conteúdo geral da programação e a visão de mundo que esteja tendo a comunidade. (Delizoicov, 2003:140)

Os temas dobradiças podem ser considerados elos entre os conhecimentos elaborados pelos cientistas e os conhecimentos que chegam à sala de aula trabalhados pelos educadores-educandos. Desta forma, compreendemos que esse conhecimento científico que chega até a escola através dos temas dobradiças não está permeado apenas por conceitos e valores estritamente científicos, uma vez que a ciência e o fazer da ciência não são conhecimentos isolados por si só. É necessário enxergarmos a ciência como algo cultural e construído socialmente, a qual influencia, mas também é influenciada pela sociedade do seu tempo. O conhecimento científico está impregnado de outros elementos, tais como: valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas, etc. (von Linsingen et al, 2003).

A CONCEPÇÃO CTS

A crença atribuída à ciência, principalmente pela matematização e a formalização dos seus mecanismos de linguagem através do método científico, resultaram em grandiosos êxitos para a humanidade e constituíram uma concepção de ciência neutra e universal. É comum associar o desenvolvimento científico a um crescente bem-estar social. No entanto, esta provável segurança construída sobre o terreno científico, criada através de uma imensa contingência de invenções, começou a dar sinais de desgaste no período pós-segunda guerra mundial. De acordo com von Linsingen et al (2003), *vestígios de resíduos contaminantes, acidentes nucleares em reatores civis em transporte militar, envenenamentos farmacêuticos, derramamentos de petróleo, etc.* ajudaram por dissolver o mito de um desenvolvimento científico-tecnológico alinhado ao benefício da população. Pois, apesar das benesses inegáveis, o custo de tudo isso era lamentável e perceptivo aos olhos do público leigo em geral.

Assim, começa-se a questionar, de maneira crítica, o papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Não que a tecnologia e a ciência sejam as únicas, ou tenham total responsabilidade pelos males da humanidade; porém, seus efeitos podem ser prejudiciais no decorrer dos anos, ainda que, num primeiro momento, imperceptíveis aos olhos de quem

faz seu uso, pois o discurso tecnológico geralmente nos mostra a tecnologia como sinônimo de aprimoramento e modernidade, inteligência e promessa de futuro, humanização e novidade. (Commassetto, 2004)

Em meados de 1960 e início de 1970 tem início o movimento CTS (ciência, tecnologia e sociedade), que buscava questionar a cultura tecnológica imposta pelas novas descobertas científicas no período pós-segunda guerra e, principalmente, indagar os efeitos nocivos decorrentes dessa época. Tal concepção evidenciou-se principalmente pela realização de políticas públicas intervencionistas para tentar regular e controlar a tecnologia vigente e, até mesmo, deixá-la mais transparente ao público em geral.

A velha política do laissez-faire proposta para a ciência começa a se transformar em uma política mais intervencionista, onde os poderes públicos desenvolvem e aplicam uma série de instrumentos técnicos, administrativos e legislativos para encaminhar o desenvolvimento científico e tecnológico e supervisionar seus efeitos sobre a natureza e a sociedade. (Von Linsingen et al, 2003:123)

O movimento buscou compreender não somente o produto das interações entre o social, a ciência e a tecnologia, mas visou contemplar o porquê e como surgiram. Nessa perspectiva, a ciência passa a ser vista como algo cultural, dinâmico, submetido às mais diversas esferas, sejam elas políticas, religiosas, éticas, sociais, econômicas, contrapondo a concepção que a ciência e a tecnologia estejam separadas da sociedade.

A CONCEPÇÃO CTS NO ENSINO E NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Tentar categorizar meios pelos quais podemos conduzir a relação entre o comportamento humano, ciência e tecnologia, além de complexo, não seria o foco principal deste trabalho. Mas é possível, pelo menos, compreender ou aceitar que um dos meios pelos quais se pode mediar esta relação e, principalmente, refletir sobre suas conseqüências para o cidadão comum é a escola. É no âmbito escolar que a ciência deve se tornar viva, mostrar que ela existe. Não que isso seja imperceptível no mundo fora da escola, mas a essência da ciência ou da tecnologia acaba por ser ofuscada pelas suas aplicações, de modo que não a percebemos, apenas contemplamos passivamente seus produtos, que são aceitos passivamente. A simples "decoreba" de fórmulas e de conceitos de antemão preestabelecidos na sala de aula escondem a trajetória da construção científica, ocultam suas engrenagens, nos

arrancam a possibilidade de vislumbrar a ciência como construção humana, como cultura, como algo social. Tudo isso nos faz pensar, tanto no papel de educador, quanto no de aluno, a seguinte questão: Se a ciência e a tecnologia movem o mundo, se elas fazem parte do nosso dia-a-dia, se elas parecem aos nossos olhos tão vivas e dinâmicas, por que na escola elas estão mortas? Porém, como educador, pelo menos um desses pontos deve ser destacado. E a pergunta é: Qual o papel da escola na formação dos nossos educandos? E o que este papel tem a ver com a sociedade tecnológica? Esta indagação com certeza já foi feita por boa parte dos educadores, pais de alunos, ou até mesmo pelos próprios educandos, e a resposta certamente não seria tão simples e também não seria única.

Krasilchik (2000) reconhece que a escola apropria-se do rumo das mudanças da sociedade, que, por sua vez, é influenciada diretamente pela ciência e pela tecnologia, à medida que estas ganharam o status de essências à sociedade moderna. Santos et al (2005) dizem que a escola tem o papel de formar o cidadão, de modo que lhe assegure uma participação efetiva na sociedade. E que isso implicaria a compreensão de um conhecimento mínimo na relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Aliados a essa concepção crítica de ensino e, principalmente, formando um cidadão com poder reflexivo para distinguir o custo-benefício da ciência e da tecnologia, os pressupostos da concepção CTS apresentam-se de grande valia neste contexto, uma vez que

Os avanços do conhecimento científico e tecnológico, ao repercutirem de forma dinâmica e por vezes imprevisível na sociedade, influenciam-na profundamente e, inevitavelmente, influenciam também a escola e não apenas no público que hoje a frequênta. (Martins et al, 2004:36)

Devemos considerar que a função da escola vai muito além do que a simples transmissão de conteúdos preestabelecidos, que muitas vezes não condizem com a realidade vivida pelo educando e que, por sua vez, acabam por tirar do aluno não só um aprendizado mais efetivo, mas também arrancam-lhe a vontade do "querer saber", do buscar, do indagar-se e do entender o que a ciência tem a ver com a sua vida, pois, na maioria dos casos, seu ensino se mostra incapaz de contemplar as reais necessidades da sociedade contemporânea. Não é justo estar diante de tanta tecnologia, microondas, celulares, máquinas digitais, mp3, alimentos transgênicos e não compreender nada, ou pelo menos não relacionar nada com o que se vive. Esse abismo entre o que se vive e o que se aprende acaba por nos conceder um título de

meros espectadores da realidade, não como um sujeito histórico atuante, mas como sujeitos passivos de uma realidade já concebida.

Logo, é fácil perceber que essas esferas distintas compostas pelo conhecimento científico e pela realidade acabaram por afastar muitos alunos das carreiras científicas, uma vez que a ciência para essas pessoas tornou-se sinônimo de equações complicadas e sem utilidade cotidiana. Dessa forma, o sistema de ensino culmina com o despreparo do cidadão comum perante um conhecimento científico muitas vezes avassalador.

Tentando suprir tal lacuna, destacamos a perspectiva CTS no meio educacional, que tem como um de seus princípios norteadores um ensino científico voltado para a formação de um cidadão crítico e com reais possibilidades na tomada de decisões numa sociedade cada vez mais tecnológica. Principalmente no que tange aos eventuais riscos das aplicações do conhecimento científico-tecnológico.

Pautado em tal necessidade, a origem desse movimento, no meio educacional, surgiu nos Estados Unidos, na década de oitenta, através do programa *SESE Program (Search for Excellence in Science Education)*, que trouxe uma concepção inovadora de ciência crítica na sala de aula, opondo-se aos conteúdos distantes e fragmentados de saberes extremamente técnicos vigentes até então. Essa concepção trazia como pressuposto estudar a ciência em seu contexto social, político e econômico e voltava-se aos anseios de uma sociedade submissa ao conhecimento científico-tecnológico da época.

De acordo com Acevedo *et al* (2002), este foi um importante passo para uma melhor compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de ciências, uma vez que defendia um currículo que levasse em conta os pontos de vista históricos e sociológicos da ciência e tecnologia, bem como a compreensão da filosofia da ciência e da tecnologia, e, acima de tudo, possibilitar ao educando interpretar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Tais pressupostos permanecem como pilares do movimento, até os dias atuais:

Educar, numa perspectiva CTS é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia. (von Linsingen, 2007:13)

Entretanto, apesar de possuir um núcleo comum na busca da tomada de decisões conscientes perante assuntos científico-tecnológicos, a educação CTS apresenta diferentes relações nas suas abordagens dentro da sala de aula, podendo assumir uma função coadjuvante no ensino dos conhecimentos científicos ou até mesmo passar a ocupar o papel central. Percebendo essa assimetria, von Linsingen *et al* (2003) classificam a educação CTS em três categorias:

- *Excerto CTS.* Trata-se de introduzir, nas disciplinas de ciências, temas CTS especialmente relacionados com aspectos que levem os estudantes a serem mais conscientes das implicações da ciência e da tecnologia. Nessa abordagem CTS, os conhecimentos científicos são pré-selecionados, da mesma forma que o ensino considerado tradicional, e os temas CTS são introduzidos posteriormente.
- *Ciência e Tecnologia através de CTS.* Ensina-se mediante a estruturação dos conhecimentos de cunho científico e tecnológico, a partir de CTS ou com orientação CTS. Assim, os conhecimentos científicos são selecionados em decorrência dos temas sociais discutidos na perspectiva CTS.
- *CTS puro.* Nesta classificação, o conhecimento científico passa a ter um papel subordinado. Em alguns casos, o conhecimento científico é incluído para enriquecer a explicação dos conteúdos CTS em sentido estrito; em outros, as referências aos temas científicos ou tecnológicos são apenas mencionadas, porém não explicadas.

Ainda, segundo os autores, os pontos mencionados surgiram da necessidade de se estudar a ciência em seu contexto social, político e econômico, voltados para formação científica do cidadão comum e opondo-se de certa forma a um ensino cientificista pautado apenas na formação de potenciais cientistas. Dessa maneira, a concepção CTS para o ensino de ciências visa superar o ensino propedêutico, no qual os conhecimentos científicos repassados ao educando possuem pouca utilidade social. Uma vez que descon sideram os temas da atualidade e não se relacionam com as controvérsias científicas ocorridas na sociedade, a transposição do conhecimento científico, ao invés de construída no ambiente escolar de acordo com o seu contexto, passou a ser imposta ao mundo do estudante, que é um mundo ontologicamente diferente do mundo do cientista, e, conseqüentemente, perdeu seu sentido. Transpor esta lacuna é o propósito da adoção de temas que abordem um ensino de ciências com relações entre ciência, tecnologia e sociedade, de modo que o conhecimento científico seja construído através de conteúdos desafiadores na sala de aula, inerentes ao mundo do educando.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NAS PROPOSTAS DE FREIRE E CTS

Delimitadas as considerações sobre as propostas educacionais de Paulo Freire e a abordagem CTS, discutiremos de que forma os conhecimentos científicos são inseridos nessas propostas no ensino de ciências, pontuando algumas aproximações. Inicialmente, enfatizamos que as duas propostas buscam superar o ensino que desconsidera os fatos ocorridos na sociedade e privilegia os conhecimentos científicos específicos, como se esses conhecimentos fossem desconectados da sociedade, de suas motivações políticas, sociais, culturais e ideológicas, e também como se não houvesse utilidade social desses saberes.

Dentro dessa perspectiva, as propostas educacionais baseadas na pedagogia de Freire e CTS se assemelham em uma característica básica, que é formular as seqüências de ensino a partir de situações sociais. Os conhecimentos científicos que serão selecionados para trabalhar com os alunos emergem dos temas sociais. Esses conhecimentos serão selecionados a fim de proporcionar aos alunos uma compreensão crítica do tema social escolhido. Assim, como aponta Teixeira (2003), para a abordagem CTS, o ensino trabalha as situações sociais ao longo do processo de ensino aprendizagem, o que também é perceptível na proposta de Freire.

A redução temática, uma das etapas da investigação temática desenvolvida por Freire, busca essa seleção dos conhecimentos científicos sistematizados a partir de toda reflexão que é realizada para a escolha do tema gerador através do processo dialógico da "codificação-problematização-descodificação", sendo que as etapas anteriores à redução temática se baseiam nas condições da localidade escolhida, refletindo sobre as contradições vividas da sociedade. Portanto, os conhecimentos selecionados na redução temática terão a função de auxiliar os alunos a enfrentarem os problemas vividos em seus contextos sociais e compreender melhor o contexto social em que estão inseridos.

Várias são as propostas CTS para o ensino, reflexo das diferentes correntes da perspectiva CTS. Assim, existem diferentes formas de como os conhecimentos científicos são selecionados em propostas de CTS educacional. Buscamos apoio no trabalho de Teixeira (2003), que demonstra, dentro de uma concepção CTS educacional, em que momento os conhecimentos são utilizados dentro dessa proposta. De acordo com Teixeira, uma das possibilidades de se trabalhar com CTS no ensino de ciências é inicialmente extrair uma temática social e apresentá-la aos alunos. Em seguida, é apresentada e analisada uma tecnologia

relacionada ao tema escolhido e, adiante, o conhecimento científico selecionado em função da temática e da tecnologia escolhida. Posteriormente, são discutidas novamente a temática social e a tecnologia relacionada em função do conhecimento científico estudado. O autor discute que essa forma não é linear ou única para as propostas de CTS educacional, mas que a vantagem dessa concepção de educação está em relacionar os conhecimentos científicos com temáticas sociais, sendo que os conhecimentos serão alocados baseando-se no contexto social em questão.

Dos três tipos de abordagens de CTS educacional descritos por von Linsingen *et al* (2003), apenas a denominada "*ciência e tecnologia através de CTS*" se assemelha com a perspectiva freireana quanto à seleção dos conhecimentos científicos, que também é a abordagem descrita acima por Teixeira (2003), na qual o conhecimento científico é selecionado em decorrência dos temas sociais discutidos. O que corrobora com Nascimento & von Linsingen (2006), ao dizerem que essa abordagem CTS é a que melhor se adequa à abordagem temática de Freire. Nas outras duas abordagens, há diferenças na seleção dos conhecimentos científicos com a perspectiva freireana. Na abordagem CTS denominada "*enxerto*", os conhecimentos científicos são pré-selecionados e os temas CTS são introduzidos posteriormente. Na outra, denominada "programas CTS puros" são privilegiadas as explicações dos conteúdos CTS, enquanto os conhecimentos científicos são pouco sistematizados, o que difere da perspectiva freireana que organiza e explora o conhecimento científico, fazendo uma análise contextualizada da realidade local na etapa da investigação chamada redução temática.

No entanto, apesar da semelhança em selecionar os conhecimentos científicos a partir dos temas sociais, Santos (2008) levanta uma questão com relação às finalidades das práticas educativas baseadas em Freire e CTS. Esse autor discute que a proposta educativa de Freire propõe a libertação da condição de exploração humana e a transformação de uma sociedade de desigualdades. Já, propostas educativas baseadas em CTS discutem uma dimensão social da ciência e da tecnologia, mas nem sempre se voltam para uma discussão política em que o modelo vigente de exclusão promovido pela ciência e tecnologia deveria ser transformado em um modelo voltado para igualdade e justiça social.

Ocorre que em todas essas proposições (CTS) o foco sempre está em preparar o aluno de uma forma racional a tomar decisões práticas relativas à tecnologia. O contexto da vida real parece muito mais como "pano de fundo" ou para aumentar o engajamento emocional dos alunos. Ocorre que para Paulo Freire a relação com

situações de vivência do aluno tem uma conotação epistemológica muito mais forte no sentido de se relacionar ao verdadeiro sentido do conhecimento como ferramenta cultural para transformação do mundo. (Santos, 2008:121)

A proposta educacional baseada na pedagogia freireana tem como fundamento a questão da libertação do oprimido, tendo essa questão como perspectiva central. A educação só tem sentido se buscar essa perspectiva. Entendemos que a proposta CTS não exclui tal perspectiva, mas ela não se aprofunda tanto quanto a perspectiva freireana, o que pode privilegiar uma discussão social em detrimento a uma discussão política de formação humanística para transformação do mundo.

Tendo em vista a discussão entre continuidade e ruptura na apropriação do conhecimento científico, ressaltamos que as propostas de Freire e algumas propostas CTS educacional trazem semelhanças nessa questão. O contexto social, em que se baseiam essas propostas educacionais, se constitui a partir da experiência das pessoas. A leitura que os alunos fazem da sociedade em que estão inseridos é mediada, inicialmente, pelo senso comum. A inserção dos conhecimentos científicos no ensino de ciências em Freire e CTS têm como finalidade contribuir para elucidação do contexto social e suas problemáticas, sendo que esse processo passa por um momento de ruptura do conhecimento do senso comum para o conhecimento científico. Para que os alunos se apropriem do conhecimento científico é necessário romper com a experiência comum, com suas opiniões, nos termos propostos por Bachelard (1996). No entanto, segundo Almeida (2004), esse processo de rompimento não deve ser feito de forma precipitada, ou seja, a apropriação desses conhecimentos científicos deve estar submetida a um contexto de apropriação em que produza significados aos alunos. Assim, ao trazer os conhecimentos baseando-se no contexto social, as propostas CTS e de Paulo Freire promovem uma aproximação da cultura primeira com a elaborada. O

que não nega a existência de certa continuidade entre elas, mas que, necessariamente, realiza uma ruptura do senso comum para o conhecimento científico, a fim de obter uma compreensão mais consciente e crítica das situações sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com vistas a uma formação escolar mais dinâmica e problematizadora, algumas concepções CTS para o ensino de ciências (Química, Biologia e Física) não têm nos conteúdos dessas disciplinas o foco principal da sua organização, mas busca-se um conceito mais amplo, no qual os conhecimentos científicos serão baseados no aspecto central dessa abordagem, os temas sociais. Dentro dessa perspectiva, os conhecimentos científicos serão pautados na realidade do estudante, de forma contextualizada e aliada a uma visão crítica das influências da ciência na sociedade e vice-versa. Isso permite ao ambiente escolar trabalhar enfoques controversos que exijam postura, pensamento crítico e tomada de decisões para despertar o interesse de quem aprende. O poder de reflexão e a posterior argumentação do aluno dentro do seu limite poderão revelar um processo de conhecimento que ultrapassa o pátio da escola. Este conhecimento chega ao mundo, e chega ao mundo como um conhecimento construído e não imposto ou acabado, como se não existisse outra opção para o sujeito que tenta aprender, a não ser aceitar o que já foi julgado. Ampliando este discurso, Gadotti (1997) relembra Freire dizendo: *o conhecimento é construído de forma integradora e interativa. Não é algo pronto a ser apenas "apropriado" ou "socializado", como sustenta a pedagogia dos conteúdos.* Para Freire, a seleção de conhecimentos científicos, a partir de temas geradores investigados socialmente dentro de sua proposta educacional, é uma ferramenta para transformação social, ascensão à criticidade e à curiosidade como inquietação indagadora na procura de esclarecimentos. Curiosidade essa que nos defende de irracionalismos do nosso tempo altamente tecnologicado (Freire, 1996).

Referências bibliográficas

- ACEVEDO, D.; VAZQUEZ, A.; MANASSERO, M. Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat. *El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias*. Primeiro Capítulo, España, 2001. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>. Acessado em: 30/03/2008.
- ALMEIDA, M. J. P. M. *Discursos da ciência e da escola: ideologia e leituras possíveis*. Campinas: Mercado das Letras, 2004.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. 1ªed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

- COMASSETTO, L. R. *A celebração tecnológica no discurso do cotidiano*. UEPG, Ponta Grossa PR, v.1, ano 12, n.01, p.67-73, 2004.
- DELIZOICOV, D. Práticas freireanas no ensino de ciências. In: MATOS, C. (Org.). *Conhecimento Científico e Vida Cotidiana*. São Paulo: Terceira Margem, p.133-144, 2003.
- _____. *Conhecimento, tensões e transições*. Tese (Doutorado em Educação), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- FREIRE, P. *Extensão ou Comunicação?* Rio de Janeiro. Paz e Terra, 3ª ed., 1977.
- _____. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- _____. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 41ª ed., 2005.
- GADOTTI, M. Aprender, ensinar: um olhar sobre Paulo Freire. *ABC EDUCATIVO*, São Paulo, v.3, n.14, p.17-22, 2000.
- _____. Lições de Freire. *Revista da Faculdade de Educação*, vol.23, n.1-2, 1997.
- KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v.14, n.1, 2000.
- LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.3, p.248-273, 1996.
- MARTINS, I. P.; SIMÕES, M. O.; SIMÕES, T. S.; LOPES, J. M.; COSTA, J. A.; CLARO-RIBEIRO, P. *Educação em Química e Ensino de Química*. In: Perspectivas Curriculares - Parte II. Química e Ensino, Portugal, p.33-37, 2004.
- NASCIMENTO, T. G.; von LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o Ensino de Ciências. *Convergência* (Toluca), v.13, p.95-116, 2006.
- SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria Revista de Educação Científica e Tecnológica*, v.1, n.1, p.109-131, 2008.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; DIB, S. M. F.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; SANTOS, S. M. O.; FARIAS, S. B. *Química e Sociedade: manual do professor*, volume único. São Paulo: Editora Nova Geração, 1ª ed., p.168, 2005.
- SNYDERS, G. *A alegria na escola*. São Paulo: Editora Manole, 1988.
- TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, v.9, n.2, p.177-190, 2003.
- von LINSINGEN, I.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; CERESO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; PEREIRA, L. T. V.; VALDÉS, C. *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 1ª ed., v.01, p.172, 2003.
- von LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, vol.1, número especial: *Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*, novembro, 2007.

Dados dos autores

Guilherme Trópia (guilherme@ced.ufsc.br) é licenciado em Ciências Biológicas pela UFMG, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC e professor de Educação Básica na Escola Sandoval Soares de Azevedo da Fundação Helena Antipoff em Ibirité, Minas Gerais. Bolsista do CNPq.

Fabírcia Amorim (fabriciaamorim816@hotmail.com) é licenciada em Química pela UFSC, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC e professora efetiva do Ensino Médio da rede pública estadual de educação em Santa Catarina. Bolsista da Capes.

Marcelo Camargo Martins (marceloc@ced.ufsc.br) é bacharel e licenciado em Química pela UFSC, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC e professor de Ensino Médio e Pré-vestibular.

O que é CTS, afinal, na Educação Tecnológica?

Walter Antonio Bazzo
Luiz Teixeira do Vale Pereira

RESUMO: Diretrizes Curriculares, novos programas para a Educação Tecnológica, preocupações com novos assuntos que motivem e despertem o interesse do corpo discente. Uma variada gama de preocupações ocupa a atenção de professores dessa área. Às vezes de forma superficial, o tema CTS aparece permeando as discussões. Alguns nem sequer ouviram falar dessa sigla, outros não sabem de fato o que ela significa em termos de novas abordagens epistemológicas. Este artigo tem o propósito de trazer algumas reflexões que possam esclarecer sobre tal tema e, a partir deste entendimento, estabelecer algumas estratégias para a sua implementação. Dentro das inúmeras problemáticas que o mundo contemporâneo enfrenta, reflexões sobre a intrincada relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) são, indubitavelmente, indispensáveis. Mas afinal o que é trabalhar CTS na educação tecnológica?
Palavras-chave: CTS; Educação Tecnológica; Formação de Professores.

ABSTRACT: Educational policy, new programs to Technological Education, worries about new issues that motivate and awaken the students' interest in. Some concerns occupying the teachers' attention in this area. Sometimes STS theme has been permeating these discussions. Some of them haven't ever heard about this symbol, others have never known what it means in terms of new epistemological approaches. This article has the intention of bringing some ideas that may shed light on this issue and, from this understanding, establish some strategies for its implementation. Among the many problems facing the contemporary world, reflections on the relationship among Science, Technology and Society (STS) are undoubtedly essential. By the way, what does STS mean on technological education?

Keywords: STS; Technological Education; Teacher Training.

UM NOVO CONTEXTO PARA A EDUCAÇÃO

Falar hoje sobre educação tecnológica não se constitui em algo simples e linear. Não são apenas métodos que estão em jogo, nem apenas novas técnicas para atrair o estudante. São posturas epistemológicas – e aqui se encontram as verdadeiras fundamentações que alicerçam o que hoje se conhece por CTS – dos professores e escolas que precisam ser revistas e repensadas.

A complexidade da civilização contemporânea e os desafios que os problemas decorrentes do avanço tecnológico nos apontam requerem uma ação mais efetiva que apenas remendos curriculares que busquem uma adaptação a algo que parece nos levar a um beco sem saída. A responsabilidade da educação nesta área é sem dúvida de alta significância. Ela se apresenta como vítima e algoz de uma mudança paradigmática já em curso, não por uma questão de postura ideológica, mas pela necessidade de um aproveitamento mais racional dos recursos do planeta Terra, nitidamente em processo de exaustão. Além de sua responsabilidade no provimento de uma distribuição de oportunidades sociais mais equilibradas.

Vivemos atualmente num mundo onde o progresso científico e tecnológico tem atingido níveis impensados há poucas décadas. A cada dia são lançados novos produtos em um mercado de consumo desenfreado, e as pesquisas por novos materiais, artefatos e fontes de energia têm seu desenvolvimento acelerado. Se por um lado este quadro se configura por uma busca de progresso para a melhoria de vida de um crescente contingente humano – o que em si já gera suficiente polêmica para discussão –, por outro lado, os resíduos produzidos por esse processo (que resultam em poluição ambiental, problemas de urbanização, saúde pública...) têm suscitado inúmeros debates sobre o tema. Os últimos relatórios trazidos à exaustão pela imprensa, órgãos governamentais e comunidades de cientistas e pesquisadores demonstram que a questão do aquecimento global – isso para falar apenas de um exemplo – sai do confinamento dos estudos de laboratórios para entrar no cotidiano da vida dos cidadãos.

A pergunta que nos angustia e nos remete a buscar soluções na educação que hoje empreendemos é: em que aspectos a educação tecnológica tem se dado conta da sua responsabilidade neste processo todo? Nesta

pergunta vem embutida a questão central deste artigo: o que é afinal trabalhar CTS na Educação Tecnológica?

ORIGENS E TRADIÇÕES CTS

Dentro dos enfoques atribuídos hoje aos estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade(CTS) podemos apresentar duas origens distintas para fins de classificação: uma chamada de tradição européia e outra de tradição norte-americana. Garcia, Cerezo e Lopes (1996) destacam que a tradição européia partiu inicialmente para a institucionalização acadêmica na Europa, atribuindo ênfase aos fatores sociais antecedentes – atenção primordial à ciência e, secundariamente, à tecnologia. O seu marco explicativo centrou-se nas ciências sociais – sociologia, psicologia e antropologia.

A tradição norte-americana, mais pragmática, buscou suas origens na institucionalização administrativa e acadêmica nos EUA. Sua ênfase é centrada nas conseqüências sociais da ciência e da tecnologia. Ao contrário da tradição européia, manteve a atenção voltada à tecnologia e, secundariamente, à ciência, destacando um caráter prático e valorativo. Seu marco de avaliação se prende, por exemplo, à ética e à teoria da educação.

Surgido na década de 70 do século passado, seu maior envolvimento e crescimento, junto à comunidade acadêmica, aconteceu nos anos 80. Esse crescimento e várias diferentes abordagens fizeram com que as duas tradições fossem se fundindo num pensar sistematizado de novas abordagens da ciência e tecnologia (C&T) e se espalhado por todo o mundo. Inclusive no Brasil, ainda que de forma incipiente. Nessa fusão, foi adquirindo alguns objetivos um pouco mais direcionados e apontados principalmente para a educação, inclusive em função dos novos e preocupantes problemas impostos pelo desenvolvimento tecnológico.

Nos objetivos destacaram-se:

- a) a crítica à concepção herdada da ciência como uma atividade pura e neutra;
- b) o rechaço da concepção de tecnologia simplesmente como ciência aplicada de forma descomprometida dos valores sociais;
- c) a promoção da participação pública nas tomadas de decisão no comportamento, até então tecnocrático.

Dentre esses destaques atribuídos aos estudos CTS, Garcia, Cerezo e Lopes (1996) apontam como

objetivo central a reivindicação de uma maior participação pública nas decisões políticas sobre C&T. Foi esse pensamento que nos moveu nestes últimos anos no intuito de incluir o tema CTS na Educação Tecnológica, com a estratégia de mesclar interpretações que reunissem as duas escolas num contexto brasileiro diferenciado. Foi nesse caminhar que começaram a surgir inquietações quanto à pertinência de incluir um novo campo de estudos numa realidade que ainda confundia desenvolvimento tecnológico com desenvolvimento humano. Mas foi também nesse caminhar que começamos a entender não se tratar apenas de um novo campo de estudo – como muitos queriam ver, por uma questão de adaptação pedagógica dentro da lógica da escola aqui desenvolvida –, e sim de uma postura epistemológica diferente para entender a importância, as relações, as interferências da tecnologia e da ciência numa sociedade que ainda nem sequer havia despertado para sua relevância dentro desse processo.

Talvez a sigla CTS não tenha surgido com este propósito, mas serviu muito bem como força de propaganda para fazer parte dos fechados currículos que compunham as grades de nossas escolas tecnológicas – de todas as outras também, mas isso é assunto para outras reflexões –, mesmo assim com imensas dificuldades de aceitação.

Dito isso, algumas considerações podem ser feitas para entender esse processo ainda incipiente dentro deste seu caminhar histórico.

Ainda na década de 80 os estudiosos – muito poucos, é bom que se diga, e ainda na sua maioria com todas as dúvidas conceituais – destas abordagens CTS destacavam três grandes campos de atuação:

- o campo da investigação com seu caráter mais teórico;
- o campo das políticas para facilitar a participação pública nas questões de C&T;
- o campo educacional visando à alfabetização científica e tecnológica.

Talvez para uma sociedade onde as questões de direitos, deveres e outros valores estejam mais organizados – conseqüência do desenvolvimento cultural, educacional e de movimentos sociais nesse sentido – tais questões poderiam já de pronto ser pensadas. Mas no Brasil, onde nosso sistema educacional ainda está a merecer estruturas mais consistentes, por apresentar déficit tão preocupante, a estratégia a ser estabelecida deve e precisa ser outra. Foi por aí que começamos nossa atuação lenta e gradual na

educação tecnológica, principalmente através da formação epistemológica de alguns professores na área de engenharia.

APOSTA PRIMEIRA NA EDUCAÇÃO

Pelas origens que detectamos no item anterior, o movimento CTS não teve suas raízes plantadas no contexto educacional. No entanto, as reflexões, mesmo que de forma dissimulada, vêm aumentando significativamente nessa área, por entender-se que a escola é um espaço propício para ambientar mudanças determinantes e necessárias para o sistema organizacional do país. Apesar dessa notória preocupação, é preciso que tal enfoque não se perca nas palavras de ordem e modismos que normalmente acontecem quando nos aproximamos de situações extremas.

As escolas, no afã de proporcionar esse tipo de reflexão, vêm se descuidando dos verdadeiros propósitos do enfoque CTS. O mal-entendido daí resultante, aliado a conceitos não bem sedimentados, pode ainda ser mais nocivo que útil. Não são reformas curriculares, nem tampouco novas abordagens que apenas coloquem o social como palavra de ordem nos conteúdos técnicos, que hão de resolver o problema. Soluções eficazes devem partir de mudanças de postura epistemológica que alcancem objetivamente os professores, para que eles próprios passem a encarar conscientemente C&T como construções histórico-sociais. Essa ressalva precisa ser feita para não sucumbirmos ao "canto da sereia", que apregoa processos mágicos e certos para mudar a forma como a educação clássica é alterada de uma hora para a outra.

Mesmo que alguns atores atuantes na área tecnológica no Brasil não vejam esta perspectiva como algo que possa interferir nesse quadro pouco reflexivo das escolas, têm emergido mundo afora diferentes pontos de vista sobre o papel da educação tecnológica como fundamental na retomada dos valores éticos e sociais na formação dos nossos jovens. E isso tem refletido, é verdade que de forma incipiente, nas preocupações com a remontagem dos nossos currículos escolares. A nossa preocupação é que tais procedimentos têm refletido de modo apenas a tangenciarem os conteúdos dentro das novas diretrizes curriculares. Falta ainda a preocupação com a formação de quadros para implementar de forma aprofundada tais estudos. Então se recorre apenas à sigla CTS como se fez com outros modismos como reengenharia, inovação tecnológica... Várias delas viram fáceis palavras de

ordem e se diluem no velho paradigma de modelos conteudistas de repasse de conhecimentos técnicos sem a devida contextualização e análise dentro dos novos tempos em que vivemos.

Onde os enfoques CTS já se encontram mais sedimentados, tem-se a educação com forte característica de interdisciplinaridade curricular, sem no entanto deixar de lado a questão científico-tecnológica, que é a razão de suas reflexões. Para compreender um problema real ou entender situações abertas que envolvem C&T, os conhecimentos puramente científicos, como ainda pensa grande parte dos professores que atuam nessa área, não são suficientes. Trabalhar de modo interdisciplinar – o que não se reduz apenas a novas disciplinas na grade curricular – requer objetivos em comum. Neste caso, educar o jovem para que se torne mais conhecedor e atuante em questões sociais que envolvem C&T. E, principalmente no mundo em que vivemos, compreender que todas estas questões estão imbricadas com a complexa relação estabelecida com C&T. Dessa forma, os objetos de estudo passam a ser problemas abertos identificados, em muitas situações, pelos próprios alunos, para que eles se envolvam, pesquisem informações, valorizem as formas de conhecimento que estabelecem o emaranhado complexo de soluções, onde a criatividade e o espírito crítico têm valor primordial. E, com isso, além da necessidade do senso científico indispensável, também afluem atitudes e valores relevantes do ponto de vista pessoal e social.

Alguns dos aspectos principais de todas as propostas educacionais com enfoque CTS parecem se fundamentar nos três itens listados abaixo:

- enxertos CTS – mantém-se a estrutura disciplinar clássica e são "enxertados" temas específicos CTS nos conteúdos estudados rotineiramente;
- enxertos de disciplinas CTS no currículo – mantém-se a estrutura geral do currículo, porém abre-se espaço para a inclusão de uma nova disciplina CTS, com carga horária própria¹;
- currículo CTS – implanta-se um currículo onde todas as disciplinas tenham abordagens CTS.

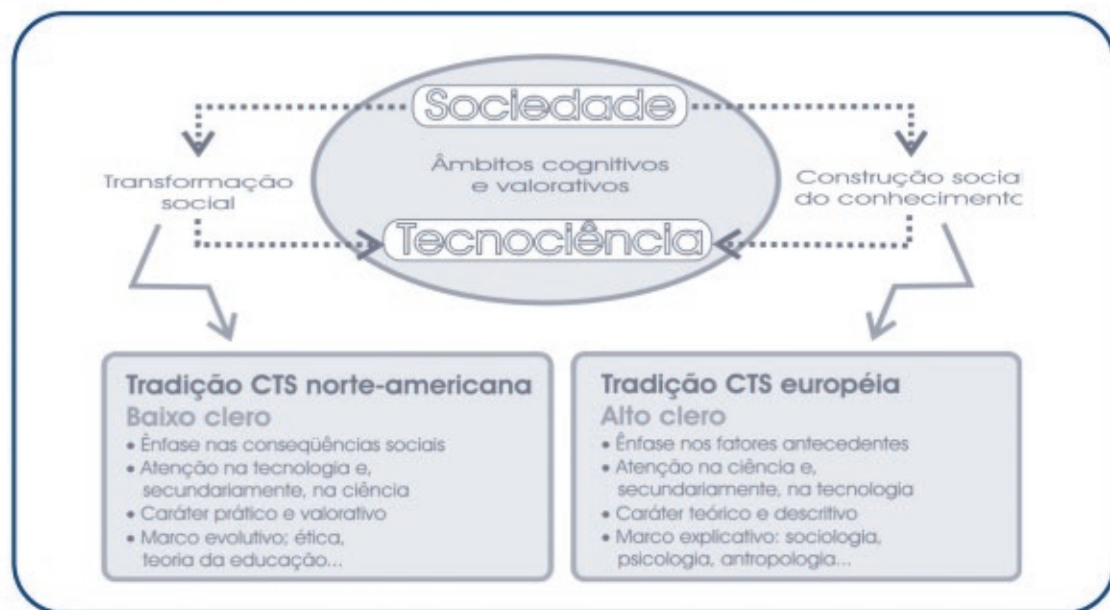
Esses modos de abordagem vêm sendo seguidos em todo o mundo, alguns de forma mais avançada, outros menos. A maioria no nível de ensino médio, mas também em nível superior já existem muitas iniciativas desse tipo.

E nas escolas de engenharia brasileiras, o que assumir, como assumir, por que assumir?

MESCLA LENTA E GRADUAL

As duas escolas que surgiram como raízes do campo CTS têm apenas um caráter classificatório das diferentes abordagens em termos de organização de conteúdos. De uma maneira ou de outra elas buscam a

mesma coisa: tratar epistemologicamente a ciência e a tecnologia de forma não mais neutra, linear e absoluta. Com esse tipo de epistemologia, sem dúvida, elas só podem ser entendidas e trabalhadas através da conceituação onde ambas são encaradas como construções sociais.



A forma como estabelecemos nossa aproximação com os conteúdos dentro das instituições que trabalham engenharia procura, através de uma interação entre as duas escolas, estabelecer o ataque aos problemas contemporâneos que reúnem as questões relacionadas à ciência, à tecnologia e à sociedade.

A figura anterior pode nos dar uma idéia para o entendimento do que queremos estabelecer ao falar nas diferentes abordagens da ciência e da tecnologia em relação à sociedade. O volume de controle agora passa a ser a sociedade com seus valores dentro de uma correlação direta com a tecnociência. Antes, sob uma visão positivista, primeiro a ciência e a tecnologia tinham suas instâncias de decisão para depois submeter à sociedade a sua aceitação.

IMPLANTAÇÃO DE CTS NAS ESCOLAS BRASILEIRAS

Implantar tais conceitos e esse tipo de abordagem nas escolas brasileiras que lidam com a educação tecnológica tem suas dificuldades. A maior delas é o rechaço por parte de professores que se dizem sem tempo ou que não concordam com esse tipo de enfoque, por considerá-los desvirtuadores² dos

propósitos de uma tecnologia neutra e separada de valores que seriam atribuições de quem a usa: a sociedade.

Mas as idéias aqui apresentadas não têm o propósito apenas de causar impacto, mas sim de incluir os estudos CTS no ensino brasileiro como uma possível forma de buscar uma educação mais consciente e que possa formar, além de técnicos, cidadãos com capacidade crítica e reflexiva sobre as consequências e benesses dos usos da tecnologia. Objetiva também propor maneiras como isso poderia ser feito, utilizando alguma disciplina, enxertos ou um enfoque eminentemente curricular. Esse tipo de análise propiciará a possibilidade de estruturar estratégias pedagógicas para a inserção dos estudos CTS nas escolas brasileiras, já que nas diretrizes curriculares eles estão presentes. Ao menos nas intenções.

O QUE HÁ NO BRASIL NESTA ÁREA?

Pouco. Muito pouco. Mas muitas publicações que não possuem o jargão da sigla trazem em seus conteúdos excelentes materiais para discutir semelhantes assuntos dentro do contexto brasileiro. Para os professores passarem a selecionar tais materiais,

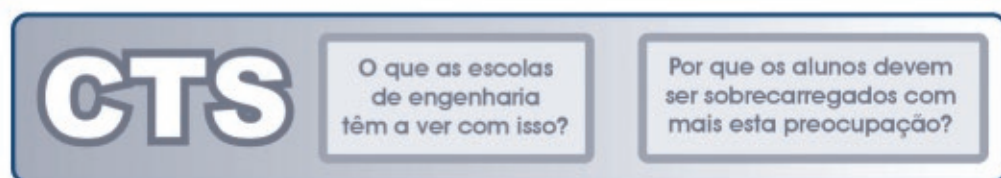
é importante que, mais uma vez, tenhamos algumas outras noções daquilo que pensamos ser uma abordagem CTS, independentemente da disciplina que o professor tem sob sua responsabilidade.

Abaixo são listados alguns valores, segundo Bazzo, Pereira e Linsingen (2003), que CTS pode ajudar a implantar nas escolas tecnológicas:

- CTS pode promover a alfabetização científica e tecnológica de forma crítica e criativa, trabalhando a tecnociência contextualizada como atividade humana de grande importância social;
- abordagens CTS já fazem parte da cultura geral contemporânea em sociedades democráticas modernas; dessa forma, tais estudos contribuiriam para integrar os estudos técnicos à realidade social destes novos tempos;
- CTS pode estimular os jovens para os estudos da ciência e da tecnologia associados ao juízo crítico e à análise reflexiva das suas interferências na sociedade;

- abordagens CTS favorecem o desenvolvimento e a consolidação de atitudes e práticas democráticas nas questões de importância social relacionadas com a inovação tecnológica e a intervenção ambiental;
- estudos CTS propiciam o compromisso a respeito da integração de questões de gênero e de minorias, assim como o estímulo para um desenvolvimento socioeconômico respeitoso com o meio ambiente e equitativo com relação às futuras gerações.

Para atingir tais objetivos muito tem que se produzir em termos de estratégias para o aprimoramento, em primeira instância, dos professores que militam na área tecnológica. Pela própria formação técnica que privilegia uma postura inflexível que preconiza a neutralidade da ciência e da tecnologia, um primeiro grande passo é procurar nos inteirarmos dos estreitos laços que ligam os conhecimentos humanos e buscar responder às seguintes e fundamentais perguntas:



Quanto à primeira questão, a resposta é que as escolas têm tudo a ver com CTS³. É nelas que se idealizam, se projetam e, muitas vezes, se constroem os aparatos tecnológicos que mudam os comportamentos sociais. É de sua responsabilidade, portanto, proceder às análises de suas prováveis repercussões no novo "mundo" que cria. Se a escola participa da construção de uma nova realidade, ela não pode fazer isso sem que compreenda a sua criação, sem que tenha domínio mínimo das implicações do que ajuda a dar à luz.

Não há sobrecarga no que diz respeito à segunda questão. Receita para que não haja sobrecarga? Boa vontade, discernimento e uma postura epistemológica que contemple a compreensão – e isso não implica sobrecarga horária – de que os engenheiros que vamos ajudar a formar precisam ter mais qualidades que apenas as puramente técnicas⁴. Se num passado recente a interpretação de que uma pretensa formação técnica "neutra" dava conta de uma capacitação para participar de um mundo onde apenas as benesses da tecnologia eram levadas em consideração, o fato é que hoje isso não é mais possível.

Nesta busca por nos conscientizar de tal importância, é bom saber que qualquer remodelação ou melhoria de caráter reflexivo na educação tecnológica, nos campos sociais e nas ciências humanas, deve incluir estudos que considerem os diversos aspectos da relação entre ciência, tecnologia e sociedade como parâmetro fundamental para a formação dos futuros cidadãos – inclusive ou principalmente os especialistas.

Existem muitas publicações direcionadas para esse campo, mas ainda bastante voltadas para o meio acadêmico, com linguajar hermético, e embalado em lógicas mais complexas. Um objetivo imediato é tentar socializar mais tais reflexões, trazer informações que parecem óbvias, mas que ainda – especialmente no Brasil – são praticamente desconhecidas.

Outro objetivo imediato é incentivar a criação de fóruns de debates entre professores e alunos para a transformação do movimento CTS em campo de estudo prioritário para o aprimoramento da educação nas escolas tecnológicas nacionais.

REQUISITOS MÍNIMOS PARA A CONSCIENTIZAÇÃO DOS PROFESSORES

Voltamos à nossa colocação primeira. Para os professores assumirem tais responsabilidades, algumas premissas devem começar a fazer parte das suas reflexões como educadores. Afinal, ser professor de engenharia não se restringe a ter os conhecimentos técnicos bem estruturados e confiná-los em salas estanques e protegidas das agruras do mundo real, delimitando o seu âmbito de abrangência apenas aos ditames de conteúdos selecionados e controlados. É preciso antes de tudo ser um educador, o que significa, acima de tudo, respeitar, tanto quanto o fato acadêmico, o momento social e histórico contemporâneo e as idiosincrasias dos atores do sistema educacional. E para isso precisamos ter em mente que os alunos necessitam muito mais que treinamento em técnicas já culturalmente sedimentadas. Docentes e discentes precisam, entre muitas outras coisas, minimamente refletir e analisar:

- as implicações da ciência e da tecnologia junto à sociedade contemporânea;
- a relação que compromete o ensino desenvolvido nas escolas e a atuação do futuro profissional na sociedade;
- a história, não só da construção dos artefatos, mas principalmente das idéias que permeiam o desenvolvimento científico-tecnológico;
- as modificações processadas no mercado de trabalho, que, por certo, apontarão a necessidade de novas formações para os profissionais.

Isso implicará novas posturas em relação aos métodos de abordagem com o ensino e diferentes relações com o conhecimento.

As questões que necessitam destaque estão aí sempre presentes. Na escola, na rua, na imprensa, enfim na vida de um país que sofre mutações em todos os sentidos, pela própria característica que assumem num mundo impactado pela falta de alimentos e, pior, por um dos mais assustadores problemas que decorre por conta da utilização energética desenfreada para manter o desenvolvimento pelo menos próximo do que o homem já se acostumou a usufruir. São dois exemplos que parecem que "gritam" para as escolas de engenharia escutá-los. No entanto, raramente semelhantes preocupações rondam as enclausuradas salas de aula nessas escolas.

Os estudantes devem ser vacinados contra isso para que semelhantes preocupações não possam,

inclusive, desmotivá-los para a profissão. Que grande equívoco este! CTS tem este propósito: trazer para a sala de aula questões que estão nos lares, nas calçadas, nas ruas, para serem tratadas por aqueles que criam e processam a tecnologia. Elas, as questões, são muitas e multifacetadas. Portanto, muito além de cursos de especialização para que semelhantes assuntos venham fazer parte da formação do professor, é ele que precisa estar imbuído de uma constante autoformação, para trabalhar essas questões independentemente da disciplina técnica que esteja sob sua responsabilidade.

Façamos um pequeno exercício de pesquisa e veremos que em qualquer disciplina tecnológica inúmeras e importantes questões poderão ser enxertadas – uma das formas comentadas anteriormente e que nos parece a mais indicada na fase de estruturação que vivemos nessa área –, sem sequer prejudicar os conteúdos das ementas que nos são tão preciosos e, sem dúvida, indispensáveis. Muda a forma de abordagem ao passar do enfoque social para o tecnológico. Apenas isso. Não são requeridas mudanças na estrutura curricular; em princípio, tal atitude depende muito do professor, que controla a intensidade e o momento da utilização dos enxertos. Para tal, há inclusive aberturas contempladas pela LDB. O que ocorre, basicamente, é apenas uma mudança de postura, por parte dos professores, frente ao conteúdo e aos estudantes.

O QUE É CTS, AFINAL?

Sem dúvida há uma necessidade de uma educação mais ampla, transdisciplinar, reflexiva e crítica. Não importa a área de conhecimento. Seja ela tecnológica ou não – se é que ainda tem sentido fazer separações desta ordem numa civilização que está imbricada em todos os aspectos e problemas. Há necessidade de uma formação que não seja estritamente pré-profissional e técnica. Mas o ímpeto para esta "nova educação" não pode proceder da nostalgia pelos esquemas passados. O fordismo, usando um exemplo dentro da área tecnológica, apesar de alguns saudosistas contestarem, passou. O mundo industrial clama por novas soluções que não agridam tanto o planeta Terra em que "ainda" vivemos.

Não estamos sugerindo um novo currículo básico – a bem da verdade, sempre nos insurgimos com as infundáveis mágicas tentativas de mexer nas grades curriculares, sabendo que o problema é mais profundo – e sim propondo que não resistamos a pensar os estudos que aliem o homem, a sociedade, a ciência e

a tecnologia a um campo estranho aos propósitos de uma universidade que ainda hoje é muito multifacetada. É esta cartografia integralizadora que procuramos: culturas diferentes, conhecimentos aprofundados, as muitas artes que constituem as culturas e as tecnologias que mutam a civilização humana cotidianamente. Este imbricamento indispensável nesta mescla que fará voltar a reflexão, a crítica e principalmente a preocupação com o ser humano acima da máquina é, para nós, CTS.

O pressuposto educacional para consecução das metas estabelecidas aponta para uma educação escolar que propicie o ato de pensar com mais relevância do que o ato de reproduzir, perseguindo com isso alcançar não apenas a atuação de nossos estudantes como bons técnicos dotados de suficiente treinamento, mas sim, em conjunto com suas características de profissionalização, cidadãos em sintonia com os problemas da sociedade na perspectiva de sua transformação.

Ao reconhecer que, precisamente porque nos tornamos seres capazes de observar, de comparar, de avaliar, de escolher, de decidir, de intervir, de romper, de optar, nos fizemos seres éticos e se abriu para nós a probabilidade de transgredir a ética, jamais poderia aceitar a transgressão como um direito, mas como uma possibilidade. Possibilidade contra que devemos lutar e não diante da qual cruzar os braços. Daí minha recusa rigorosa aos fatalismos

quietistas que terminam por absorver as transgressões éticas em lugar de condená-las.... Nada, o avanço da ciência e/ou da tecnologia, pode legitimar uma "ordem" desordeira em que só as minorias do poder esbanjam e gozam enquanto às maiorias em dificuldades até para sobreviver se diz que a realidade é assim mesmo, que sua fome é uma fatalidade do fim do século. Não junto a minha voz à dos que, falando em paz, pedem aos oprimidos, aos esfarrapados do mundo, a sua resignação. Minha voz tem outra semântica, tem outra música. Falo da resistência, da indignação, da "justa ira" dos traídos e dos enganados. Do seu direito e do seu dever de rebelar-se contra as transgressões éticas de que são vítimas cada vez mais sofridas. (Freire, 2005)

Finalizamos, portanto, afirmando que a análise crítica das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade e a maneira como estudantes e professores encaram a relação entre progresso social e desenvolvimento tecnológico poderão auxiliar na modificação das relações pedagógicas e epistemológicas desenvolvidas nas salas de aula. Auxiliarão também na reformulação dos nossos tão fragmentados currículos escolares. Desse modo, essa nossa determinação em perseguir o delineamento de semelhantes conteúdos programáticos decorre de uma forte convicção de que a tecnologia é um produto social, configurada em formas de vida e em metas sociais que se transformam a cada tempo.

Notas

1. O curso de Engenharia Mecânica da UFSC já conta com uma disciplina com esse caráter desde 1999. Para maiores detalhes ver BAZZO & PEREIRA (2005). Neste artigo inclusive consta a bibliografia completa de trabalhos produzidos pelos alunos ao longo destes anos.
2. Em relação a esse problema, várias discussões são estabelecidas no livro *Educação Tecnológica*, enfoques para o ensino de engenharia. Consultar BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN (2008).
3. Nos artigos *Uma disciplina CTS para os cursos de engenharia* (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2000), *Refletir, questionar, pensar. Para a construção de um engenheiro-cidadão* (BAZZO & PEREIRA, 2005) e *O que são e para que servem os estudos CTS* (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2000), constantes das referências deste trabalho, inúmeras outras discussões sobre CTS podem ser encontradas.
4. E isso já deve ser feito a partir da entrada do aluno na primeira fase do curso. Os autores deste trabalho já trazem essa preocupação há anos de militância na disciplina Introdução à Engenharia Mecânica (BAZZO & PEREIRA, 2008).

Referências bibliográficas

- BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. *Introdução à Engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos*. 3ª reimpressão, Florianópolis: EdUFSC, 2008.
- BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; LINSINGEN, Irlan von. *Educação Tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia*. 2ª ed. Florianópolis: EdUFSC, 2008.

BAZZO, Walter Antonio; LINSINGEN, Irlan von; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale (orgs.). *Introdução aos estudos CTS*. Madrid: OEI, 2003.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; LINSINGEN, Irlan von. Uma disciplina CTS para os cursos de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2000, Ouro Preto. COBENGE. Ouro Preto: ABENGE, 2000.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. Refletir, questionar, pensar. Para a construção de um engenheiro-cidadão. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2005, Campina Grande. ABENGE. Campina Grande: ABENGE, 2005. v.1. p.14-26.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; LINSINGEN, Irlan von. O que são e para que servem os estudos CTS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2000, Ouro Preto. COBENGE. Ouro Preto: ABENGE, 2000.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia – saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GARCIA, Marta I. Gonzáles; CERESO, José A. López; LÓPEZ, José L. Luján. *Ciencia, tecnología y sociedad – una introducción al estudio social de la ciencia e la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos S/A, 1996.

Dados dos autores

Walter Antonio Bazzo (wbazzo@emc.ufsc.br) é professor Associado II, na UFSC, no Curso de Graduação em Engenharia Mecânica e no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT). Fundador do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET), é hoje seu coordenador. Autor de vários livros, possui experiência na área de Educação, com ênfase em Métodos e Técnicas de Ensino, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Tecnológica, CTS, Educação em Engenharia, Aspectos Didáticos e Aprendizado Tecnológico.

Luiz Teixeira do Vale Pereira (teixeira@emc.ufsc.br) é professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. Mestre em Projeto Mecânico e engenheiro de Segurança do Trabalho, atua no NEPET – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica.

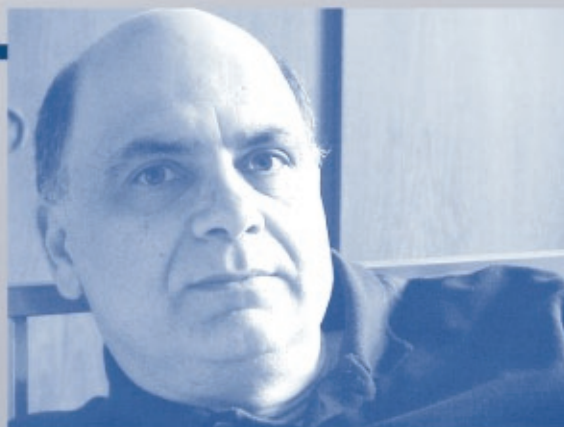
ESTUDOS CTS: NATUREZA E SOCIEDADE NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

ENTREVISTA COM IVAN DA COSTA MARQUES

Ivan da Costa Marques graduou-se em Engenharia Eletrônica (ITA, 1967), realizou seu mestrado e doutorado em Electrical Engineering and Computer Science (Berkeley, Universidade da Califórnia, 1970, 1973) e fez pós-doutoramento em história das ciências e das tecnologias, no Historical Studies Committee da New School for Social Research (Nova York, 1990-1992).

Seu extenso currículo, com experiência na área de economia e engenharia de produção, inclui atividades como professor-pesquisador da COPPE e do NCE/UFRJ, do qual foi diretor; coordenador de Política Industrial-Tecnológica da CAPRE e Diretor Técnico da Digibrás (órgãos do Ministério do Planejamento); empresário e principal executivo da Embracom EBC, fabricante de terminais e outros pequenos artefatos de informática no Rio de Janeiro; diretor da fabricante estatal de computadores COBRAS.A.

Após atuar no cenário brasileiro, interferindo técnica e politicamente, principalmente em questões vinculadas a tecnologia, autonomia tecnológica, educação, divisão internacional do trabalho e indústria de computadores, voltou à UFRJ como professor-pesquisador em 1995, sendo, no presente, professor associado. Dedicado ao desenvolvimento dos Estudos CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Brasil, faz parte do comitê editorial e é parecerista de diversas revistas especializadas.



T&C – Poderíamos iniciar esta entrevista com a sua definição do que seja CTS? Em que área do conhecimento o campo CTS se apóia?

ICM – Principalmente a partir da década de 1980, quando surgiram os chamados primeiros "estudos de laboratório", os estudos CTS de desenvolveram intensamente. São quatro os estudos de laboratório clássicos mais conhecidos. Deles temos somente um, traduzido em livro para o português: **Vida de Laboratório**. Esses estudos marcam, de certa forma, a entrada da antropologia no laboratório, no sentido de que se faz uma etnografia da atividade dos cientistas na produção do conhecimento científico (e tecnológico), ou seja, estuda-se a ciência enquanto ela é feita e não somente seus resultados. A partir daí, as análises e projetos deixam de se situar em dois compartimentos radicalmente estanques – o técnico separado do político, o objetivo separado do subjetivo, a Natureza separada da Sociedade – e ganham força as abordagens que preconizam que os fatos e artefatos científicos-tecnológicos, as verdades, os conhecimentos e as inovações podem ser mais bem entendidos se os elementos ditos "técnicos" não forem *a priori* colocados de um lado e os elementos ditos "sociais" ou "políticos" de outro.

O entendimento da mistura de elementos muito heterogêneos, humanos e não humanos, imbricados nas questões cada vez mais complexas do gerenciamento da ciência e da tecnologia, tais como acidentes, riscos, poluição, terrorismo, pobreza e questões éticas, demanda novas ferramentas analíticas que os praticantes dos estudos CTS vêm procurando desenvolver com intensidade crescente nos últimos 30 anos. Os governos dos países desenvolvidos, notadamente os de alguns países europeus, vêm recorrendo crescentemente aos profissionais do campo CTS quando buscam abordar tais questões. O campo CTS tem caráter eminentemente interdisciplinar e é habitado por profissionais das mais diversas formações originais: filósofos, sociólogos, economistas, psicólogos, historiadores, físicos, geógrafos, químicos, biólogos, antropólogos, cientistas da informação, cientistas contábeis, além de arquitetos, engenheiros e informáticos.

Embora tenham ganhado força a partir da década de 1980, as principais correntes dos estudos CTS configuram-se na esteira de uma diversidade de perspectivas que as precederam ao longo do século XX, ou mesmo antes, associadas a pensadores tais como Karl Mannheim, Ludwick Fleck, Thomas Kuhn, Michel Foucault, Gilles Deleuze, Felix Guatarri, John Dewey, William James, Gabriel Tarde. Em suma, os

estudos de laboratório abriram novas direções e outras abordagens, teórico-práticas, para os estudos da história, da sociologia, da filosofia, da antropologia e da economia das ciências e das tecnologias.

Ao longo das últimas três décadas, os estudos CTS vêm sendo reconhecidos por importantes instituições de ensino e pesquisa, onde constituem núcleos vinculados aos mais diversos programas ou departamentos, revelando uma hesitação típica das iniciativas interdisciplinares quanto ao seu enquadramento entre as áreas consagradas do conhecimento moderno. Vamos encontrar os estudos CTS, ora colocados próximos às ciências humanas, ora próximos às ciências exatas, especialmente às engenharias. Em Paris, eles se concentraram no *Centre de Sociologie de L'Innovation (CSI)*, por sua vez abrigado no interior de uma das mais tradicionais escolas de engenharia da França, a *École des Mines de Paris*. Já em Edimburgo, outro local de importância ímpar na curta história dos estudos CTS, o núcleo se situa dentro da Escola de Sociologia. Tanto no M.I.T. como em Stanford, os estudos CTS estão junto às humanidades. Mas, independentemente do nome e da afiliação institucional, as universidades de renome estão tratando de desenvolver a área de estudos CTS.

T&C – E no Brasil, como está o campo CTS?

ICM – Em inglês, a sigla *STS*, que corresponde ao que estou aqui chamando de "Estudos CTS", abrevia tanto *Science and Technology Studies* quanto *Science-Technology-Society*. No Brasil, a denominação "Estudos CTS" tem menor especificidade do que lá e tem sido adotada em referência mais geral a estudos e pesquisas sobre questões de ciências e de tecnologias a partir de uma gama mais ampla de abordagens, nem todas incorporando a novidade antropológica de problematizar intensamente a epistemologia moderna, como fazem as correntes que se configuraram, principalmente na França, Inglaterra, Alemanha, países escandinavos e EUA, após os estudos de laboratório.

Está ainda por fazer o inventário que nos permitirá apresentar um mapa detalhado do que já foi e do que está sendo feito em termos de estudos CTS no Brasil, principalmente se quisermos uma visão panorâmica de quais problemas e quais bases teóricas foram adotadas aqui nesses estudos. Minha impressão, no entanto, é que, no Brasil, os estudos CTS vinculados àquelas correntes pós-estudos de laboratório, isto é, àquelas que tomaram novas direções e ganharam força a partir da década de 1980, encontram-se em fase bastante

inicial. Se por um lado há trabalhos pioneiros, e reluto em destacar exemplos para não correr o risco de omitir coisas e pessoas importantes, por outro lado é ainda muito evidente a força vigente dos antigos paradigmas da história, da sociologia e da filosofia das ciências e das tecnologias entre profissionais brasileiros.

Há também, contudo, claros sinais de mudança, principalmente entre os jovens. Embora a participação de brasileiros nos principais congressos do campo CTS, que se realizam na Europa e nos EUA, seja consistentemente bastante reduzida, o número de trabalhos apresentados no VII ESOCITE (Sétimas Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias), realizado no Rio de Janeiro em maio de 2008, indica a mudança. Cerca da metade das apresentações, aproximadamente 130 trabalhos oriundos de uma gama de instituições brasileiras de ensino e pesquisa, surpreenderam os organizadores, não só por sua diversidade geográfica, como também pela adoção das novas abordagens no estudo de uma gama muito ampla de problemas e questões.

T&C – Como os Estudos CTS contribuem para a melhoria da qualidade da formulação de políticas públicas em C&T+I?

ICM – Os Estudos CTS propõem mudanças na base de entendimento das verdades científicas e conseqüentemente eu não ousaria aqui mais do que indicar possíveis visões. Mas a pergunta me remete a um livro que pode ser considerado inaugural da guinada nos Estudos CTS, **A construção social de sistemas tecnológicos – novos rumos na sociologia e na história da tecnologia**, publicado em 1987 pela editora do M.I.T. Três tendências já estavam identificadas nas análises que se configuravam na década de 1980, e as três dizem respeito a uma re-avaliação e a uma preocupação: a de afastar o entendimento de ciências, tecnologias e inovações (1) do inventor individual (ou "gênio") como o conceito explicador central; (2) do determinismo tecnológico; e (3) de fazer distinções entre os aspectos políticos, econômicos, sociais e técnicos do desenvolvimento tecnológico, este último ponto adequadamente sumarizado pelo uso da metáfora de uma "rede sem costura" ("*seamless web*") de sociedade e tecnologia.

Cada uma dessas três tendências simultâneas tem efeitos para a formulação de políticas públicas em C&T+I. Tais efeitos serão diferenciados conforme o país ou mesmo a região dentro de um país, é claro. Com perdão pela brevidade, especulemos sobre o Brasil:

(1) O afastamento da figura do inventor individual, além de problematizar as realizações dos gênios inventores brasileiros, especificamente no que se refere a políticas públicas, chama a revisão de pelo menos alguns princípios da legislação referente ao direito à propriedade intelectual, que poderá ser feita a partir de um olhar local. Não estamos mais no século XIX ou começo do XX, e, hoje, o conhecimento científico-tecnológico e as próprias verdades da ciência têm donos e procuradores, são propriedades privadas, e não pertencem a indivíduos mas a instituições tão grandes, que mobilizam aparatos jurídicos para simultaneamente auferir resultados financeiros e legislar sobre como devem ser as nossas vidas (nossas relações com o conhecer), cada vez mais intermediadas pelos artefatos da tecnociência. E no Brasil, se por um lado certamente não podemos voltar a usar o menino de recado em vez do telefone, por outro lado nossas vidas não podem ser legisladas a partir das configurações jurídicas que se estabilizam nos países da OCDE e são os estudos CTS na própria – OCDE que nos sugerem examinar essa condição!

(2) O afastamento do determinismo tecnológico implica ensinar às nossas crianças, aos nossos engenheiros e aos nossos cientistas que não existe uma *melhor* solução técnico-científica sem que se considere *melhor para quem, para quê, onde e quando*. Até agora o "*melhor*" técnico-científico pairava acima de todas as demais contingências, reinando em uma espécie de espaço absoluto, vazio de economia, moral e ética, onde se acreditava que o conhecimento científico independe de quem o produz e só a sua utilização envolve decisões políticas: ainda é comum ouvir-se que "a Biologia que faz a vacina faz também a guerra bacteriológica" ou "a Física faz a bomba e faz a usina nuclear". E este mito da universalidade e da neutralidade da ciência pura era (e é) transferido em parte para profissionais cuja formação os induz a acreditar que haja e que eles possam prover uma solução puramente técnica para a construção de um artefato (um bem, um serviço, uma verdade tecnocientífica) que lhes seja solicitada. Ensina-se aos estudantes de engenharia, explícita ou implicitamente, que ao profissional cabe cuidar da parte "técnica" do artefato tecnológico. Estabelece-se uma divisão entre o "técnico" e o "social" ou "político", e cabe ao engenheiro tratar daquela parte delimitada e enquadrada como território do "técnico" e que, por isso, como que paira acima ou pelo menos separada de outras contingências da vida. No entanto, de modo geral, qualquer projeto ou delimitação do que seja "técnico" envolve tomar decisões. E qualquer decisão, qualquer escolha na delimitação ou no projeto de um artefato, privilegia uns e desfavorece outros, e, portanto, não se separa de

questões de distribuição e, conseqüentemente, da política. Não se pode escapar disto.

(3) Abandonar a visão instituída por um grande divisor epistemológico entre o "técnico" e o "político" possibilita que se re-elabore localmente, no Brasil e mesmo nas diversas regiões ou localidades do Brasil, um trabalho de divisão que precede a divisão do trabalho – uma re-elaboração que nos deixe menos "estrangeiros em nossa própria terra". Por exemplo, a partir dos estudos CTS, os brasileiros podem estabelecer um novo espaço de apreciação das inovações tecnológicas no Brasil, com sólidas e novas bases filosóficas, onde estejam presentes condições mais favoráveis aos brasileiros para que histórias de (o direito a) engenharia reversa tenham chance de se tornar histórias juridicamente respeitáveis, em oposição à "mera pirataria".

T&C – A partir de sua experiência, como a formação em CTS pode influir no perfil do profissional que atuará nas áreas de Educação, Ciência e Tecnologia?

ICM – Novamente, a escala de mudança a que esta pergunta diz respeito exige observar que uma resposta geral só pode ser múltipla e parecer visionária. Aqui a questão só pode ser bem configurada caso a caso, embora eu possa focalizar um elemento mais geral que considero visualizável. Os Estudos CTS propõem e apontam o ocaso de uma era, que durou alguns séculos, em que os cientistas sociais tinham adquirido o hábito de estudar somente aquelas atividades que se distanciavam de uma racionalidade hegemônica – científica, vinculada às especificidades da lógica da linguagem, da educação e da civilização ocidental –, tomada como um absoluto universal. Nessa era que está sendo abandonada, a linha dita "reta da razão", onde se localiza a aderência aos conhecimentos científico-tecnológicos, não exigia qualquer explicação social, somente os desvios espúrios que se afastavam da racionalidade hegemônica precisariam ser explicados. Notem que a irracionalidade aparece sempre como uma acusação de desvio de determinada lógica (usualmente a do mais poderoso), inclusive, tipicamente, o etos masculino acusando o etos feminino de irracional.

Assim é que ainda hoje não se estranha que se proponham explicações sociais ou culturais sobre por que as pessoas, para dar um exemplo, acreditariam em astrologia, mas não há necessidade de nenhum estudo social para entender por que as pessoas acreditariam na astronomia. Os estudos CTS, e neste ponto,

especificamente, o *princípio de simetria* de David Bloor (ou o programa forte de sociologia do conhecimento da escola de Edimburgo), fizeram a contribuição crucial de, sem reduções ou equiparações inconvincentes entre as ciências e outras crenças, romper com esse hábito autolimitante dos cientistas sociais. O princípio de simetria exige que o/a sociólogo/a ou o/a historiador/a trate o "erro" da aderência à astrologia e o "acerto" (científico) da aderência à astronomia nos mesmos termos, pondo fim a uma situação em que a epistemologia limitava o terreno da sociologia e da história da ciência, escondendo a política (contida nos próprios "conteúdos" dos conhecimentos científicos), ao removê-la para o outro lado de um grande divisor entre Natureza e Sociedade.

Voltando à pergunta, um perfil que se delineia a partir dos estudos CTS é aquele de um profissional mais preparado para intervir no trabalho de divisão Natureza/Sociedade a partir das condições locais específicas, negociando com o global. Mais precisamente, os estudos CTS podem conduzir à formação de profissionais (engenheiros e advogados) que poderão considerar caso a caso a aderência a uma outra visão paradigmática na economia do saber. Por exemplo, a visão de que pesquisar objetos advindos de cortes Natureza/Sociedade feitos alhures como sendo objetos de uma Natureza*Sociedade ainda não dividida seja uma atividade de pesquisa legítima, problematizando um corte Natureza/Sociedade (um trabalho de divisão feito na Europa Moderna) já naturalizado, que torna aceitável que se pague *royalties* pelo conhecimento (da ciência e da tecnologia) que constitui um fármaco mas não se remunere o conhecimento (da crença) do caboclo da Amazônia que lhe deu origem. Em outra visão paradigmática possível, a partir de direções apontadas pelos Estudos CTS, há espaços para que, pelo menos em determinadas condições, profissionais brasileiros pesquem os fármacos ou os circuitos de um telefone celular do mercado (propriedade privada, protegida a partir de uma divisão Natureza/Sociedade histórica da filosofia européia) com a mesma legitimidade que os europeus pesquisam os componentes bioquímicos de uma manga ou de uma planta da Amazônia, como o óleo de andiroba (um objeto natural naquela mesma divisão Natureza/Sociedade).

T&C – Qual o futuro dos Estudos CTS no Brasil? Ou qual o futuro do Brasil com o auxílio da abordagem CTS?

ICM – Na minha opinião, por um lado, os Estudos CTS no Brasil devem e vão necessariamente guardar similaridades e exigências que remetem a práticas consagradas na construção dos conhecimentos científicos, uma vez que tais práticas estão presentes em todo o mundo a partir da modernidade européia. Ao Brasil não me parece nem desejável nem possível procurar e fazer um caminho que pretenda renegar completamente a escala de nossa inserção na civilização européia, mesmo que periférica e enviesada no sentido de pretender negar nossas outras raízes. E é justamente sobre aquelas similaridades e o atendimento àquelas exigências que os brasileiros e os latino-americanos podem construir uma base de legitimidade e força para negociar com a civilização européia e questionar alguns resultados de trabalhos de divisão Natureza/Sociedade feitos lá. A meu ver isso interessa bastante porque do trabalho de divisão Natureza/Sociedade feito lá decorrem verdades assentadas sobre condições históricas específicas européias, mas que nos foram (e ainda são!) apresentadas como universais, verdades ditas universais que são, na verdade, verdades locais da civilização européia, que muito mais confundem e aprisionam os brasileiros do que os libertam para escolher, pelo menos algumas vezes, modos um pouco diferentes de como viver juntos. Aqui está uma porta filosófica que leva os brasileiros ao global e ao diálogo internacional. E especialmente aqui, parece-me, aqueles que se dedicam aos Estudos CTS no Brasil devem freqüentar os mesmos espaços e tempos (problemas) e ombrear com nossos colegas da comunidade STS mundo a fora.

Já sabemos, então, que a divisão Natureza/Sociedade não é algo preexistente, mas resulta de um arranjo historicamente construído por coletivos de entidades

(humanos, animais, vegetais, minerais, conceitos!, nomes!) que compartilham espaço e tempo em permanentes ajustes (negociações). Nesse constante negociar, conformam-se arranjos, fronteiras e territórios, classificações que, provisionalmente, dão forma às próprias entidades. A modernidade pretendeu estabelecer que alguns arranjos valem para todos os coletivos e incumbiu a ciência (moderna) de descobri-los. Como as entidades em sua radical indeterminação não validam voluntária e generalizadamente os arranjos que a ciência moderna aponta como universalmente válidos (verdadeiros), entraram em cena processos disciplinares específicos (muito grosseiramente, o laboratório para as coisas e os animais; os hospitais, as escolas e as prisões para os humanos). Mas a propagação disciplinar mundo a fora dos arranjos ditos universais, naturalizados, produz e reproduz distribuições de papéis, de facilidades e de dificuldades para os indivíduos ou coletivos, propondo e estabilizando (sempre provisionalmente) algumas verdades e não outras dentre as infinitas possíveis (como, por exemplo, as raças, o universo a partir do big-bang, as características da vida determinadas pelos genes, a propensão ao comércio – *barter and trade* – nos humanos, a divisão entre o público e o privado na sociedade, a democracia tipo ocidental como o regime político). E é aí que o conflito entre ciência e política expressa sua complexidade. E então, frente ao mundo a fora, aqueles que se dedicam aos Estudos CTS no Brasil: temos aí, por outro lado, um trabalho local, especificamente nosso, uma vez que as categorias ditas universais disciplinarmente implantadas geram distribuições assimétricas entre terceiro e primeiro mundo, brancos e negros, homens e mulheres, etc. É aqui que plantamos uma base local de onde saímos com nossas próprias verdades para nossas incursões e negociações locais/globais.

Walter Antonio Bazzo, Luiz Teixeira do Vale Pereira e Irlan von Linsingen
Educação Tecnológica: Enfoques para o ensino de engenharia
 Editora UFSC, Florianópolis
 2ª edição, 2008

Marco Braga

Doutor em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ, graduado em Física pela UFRJ, é Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do CEFET/RJ

Conta uma velha lenda que, na Idade Média, foi feita a mesma pergunta a três artesãos que trabalhavam numa construção: o que você está fazendo? O primeiro respondeu estar empilhando pedras. O segundo disse estar levantando uma parede. O terceiro afirmou estar construindo uma grande catedral, das maiores da Europa, que traria grandes benefícios econômicos para sua cidade e permitiria a conversão de milhares de pessoas no futuro.

Essa pequena lenda mostra como se pode perceber o mesmo trabalho de diversas perspectivas. Apesar de simplória, talvez tenha algo a ensinar aos que lidam com a educação tecnológica contemporânea. O mercado exige uma grande competência na formação de "empilhadores" de pedras. Sem negar a importância do conhecimento específico, necessário ao bom desempenho de uma atividade técnica, a verdadeira educação tecnológica é aquela que prepara técnicos e engenheiros para seu "métier", a partir de uma visão ampla dos problemas nos quais estarão inseridos no futuro.

O filósofo espanhol José Ortega Y Gasset já afirmava, em 1939¹, que toda ação humana é técnica e que, portanto, não existe homem sem técnica. Nessa mesma perspectiva, compartilhada pelo filósofo brasileiro Álvaro Vieira Pinto², pode-se pensar que toda educação também acaba sendo de certa forma tecnológica. Ortega y Gasset avança nessa questão ao defender que por trás de cada técnica existe um projeto humano e social que lhe dá

suporte. O que diferencia as técnicas desenvolvidas em partes diferentes do globo e em diversos momentos da história são os projetos que as constituíram.

A diferença entre as concepções tecnicista e humanista da educação tecnológica reside no fato de que a primeira tem como núcleo apenas o aprendizado de uma determinada técnica; a segunda avança na direção de uma reflexão do projeto humano do qual essa técnica é fiel expressão.

O livro **Educação Tecnológica: Enfoques para o ensino de engenharia**, que agora se apresenta na 2ª edição, é uma clara expressão de um projeto humanista para a educação tecnológica. Ele é fruto de um trabalho desenvolvido ao longo de vários anos pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica – NEPET. Os três autores são engenheiros mecânicos e professores da Universidade Federal de Santa Catarina. Apesar de sua formação específica, eles vêm procurando repensar a educação tecnológica a partir de um contexto mais amplo. O trabalho do NEPET torna-se, assim, fundamental para aqueles que buscam uma compreensão da tecnologia como ferramenta de transformação social. Os autores, reconhecendo a importância dos conteúdos específicos ensinados na educação tecnológica, defendem que se deva ampliar o foco dessa formação para algo além de fórmulas e métodos de trabalho. Só assim se poderá perceber o significado de cada técnica no mundo.

¹ Ortega Y Gasset, José. *Meditação sobre a Técnica*. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1991.

² Pinto, Álvaro Vieira. *O conceito de Tecnologia*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

Partindo do histórico das raízes francesas da engenharia brasileira, eles procuram encontrar no século XVIII a origem da concepção educacional vigente ainda hoje. A maioria dos engenheiros que ensinam cadeiras tecnológicas, apesar de atualizarem seus conteúdos, reproduzem métodos e práticas existentes há pelo menos dois séculos. Ensinam da forma como aprenderam. Esse fato acaba criando um círculo vicioso, que vai afastando a educação tecnológica de seu contexto social.

Atualmente, com as regiões do planeta sofrendo conseqüências da ação humana em escala global, diversos movimentos internacionais tendem a querer compreender o problema a partir da união entre a técnica e as humanidades, construindo um conhecimento que ficou conhecido como "complexidade". A denúncia feita por C. P. Snow³, em fins da década de cinquenta, da existência de duas culturas incomunicáveis, a técnico-científica e as humanidades, ganhou nas últimas décadas uma significativa militância internacional na busca de sua superação.

O velho sonho cartesiano, que tendia a apresentar o todo como soma de partes, já vinha recebendo críticas desde o século XIX. Não pelas principais correntes da filosofia, mas por movimentos críticos da visão mecanicista da natureza, como o romantismo. Como conseqüência desse movimento, nasceu a idéia de ecologia. Hoje, no entendimento da complexidade, em que tudo interage com tudo, essa crítica tornou-se ainda mais aguda.

Os problemas da modernidade nos colocam a necessidade de repensar a educação tecnológica sob novos referenciais. Não cabe mais a idéia de um "super" técnico ou engenheiro que conheça profundamente sua área e desconheça por completo o contexto social, econômico e político. No mundo tecnológico presente, cada projeto exige uma visão ampla dos problemas que quer resolver e daqueles que pode gerar.

Dessa forma, nas disciplinas técnico-científicas faz-se necessária a introdução de uma nova perspectiva epistemológica, que perceba os conteúdos da ciência e da tecnologia a partir de um olhar social e político. Várias correntes educacionais no âmbito do ensino de

ciências e da tecnologia vêm se utilizando dessa nova perspectiva, denominada de estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), na transformação dos currículos de escolas técnicas e de engenharia. Esse projeto, compartilhado pelos autores do livro em questão, teria a capacidade de formar técnicos e engenheiros com visão mais ampla, pois seriam tratados problemas e controvérsias de hoje e de ontem. Os alunos, ao aprenderem os princípios tecnológicos de construção de um determinado artefato ou sistema, passariam a perceber que artefatos e sistemas trazem em sua própria concepção um projeto humano e social específico, como preconizava Ortega y Gasset.

As grandes controvérsias que envolvem hoje o destino do planeta, ao se tornarem objeto dos estudos tecnológicos, passam também pela discussão de que sociedade se quer construir. Não basta propor soluções específicas para os problemas, faz-se necessário discutir para onde estamos caminhando. Criar soluções de redução de emissões de carbono no ar, sem repensar o modelo de sociedade que se quer e quais tecnologias serão mais adequadas a ela, acaba se transformando em remendo. Para vinho novo, odres novos.

No contexto dessa percepção, os alunos dos cursos técnicos e de engenharia, ao estudarem as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, perceberiam que não existe solução ideal e que é no jogo político dos debates entre diversas concepções de sociedade que a tecnologia é construída. As tecnologias são políticas e espelham as controvérsias e consensos de uma época.

O livro *Educação Tecnológica: Enfoques para o ensino de engenharia* traz essa proposta. Os autores transitam pela filosofia, sociologia e história, fundamentando uma concepção de ensino que vem sendo construída há anos. Procuram colocá-la de forma geral, mas descem às especificidades do dia-a-dia da sala de aula. Temas como relação professor-aluno, avaliação, o papel da mulher na engenharia e outros são tratados de forma ampla.

O livro constitui importante referência para aqueles que desejam construir uma educação tecnológica que não se limita a treinamento de determinadas técnicas.

³ Snow, C. P. – As Duas Culturas, São Paulo: Edusp, 1995.

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e de Matemática

Dissertação 1

Título: USO DE FERRAMENTAS LIVRES PARA APOIAR COMUNIDADES DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA

Autor: Sérgio Ferreira de Lima

Orientador: Daniel Guilherme Gomes Sasaki

RESUMO: Neste trabalho apresenta-se o uso de Softwares Livres ou de Código Aberto (FOSS) para apoio e fomento de comunidades de aprendizagem em Física. Defende-se a pertinência desta escolha, tanto em termos de políticas públicas, como em termos de contribuição teórica e prática para a construção de uma Escola Pública mais adequada à formação de cidadãos numa sociedade cada vez mais conectada. Descreve-se o uso de TICs, sob certos paradigmas tecnológicos, na construção e no fomento de ambientes colaborativos de aprendizagem em Física em uma escola pública de ensino médio e as dificuldades inerentes à construção de uma cultura escolar de compartilhamento e colaboração.

Dissertação 2

Título: FÍSICA NA HISTÓRIA: UM CAMINHO EM DIREÇÃO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Autor: João Ricardo Quintal

Orientador: Andréia Guerra de Moraes

RESUMO: A presente dissertação relata e avalia os resultados de uma pesquisa em ensino sobre a relevância da inserção da História da Ciência como agente influenciador no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo, em nível de Ensino Médio. O curso apresenta um enfoque histórico-filosófico-sociológico, no qual a Física é abordada de forma contextualizada através de uma metodologia elaborada, mesclando experimentos históricos com a teoria, discutindo questões filosóficas fundamentais ao desenvolvimento do eletromagnetismo, buscando gerar nos alunos uma Aprendizagem Significativa.

Dissertação 3

Título: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS E FÍSICA COM ALUNOS DA PRIMEIRA ETAPA DO ENSINO FUNDAMENTAL E DO ENSINO MÉDIO EM ESCOLAS PÚBLICAS

Autor: Luciana Breder Peres Tran

Orientador: Paulo de Faria Borges

RESUMO: Neste trabalho, foi analisado, com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, o uso de materiais curriculares e estratégias instrucionais adequadas que serviram de catalisadores da aprendizagem significativa em Ciências e Física, por meio da análise qualitativa dos relatos de experiência de duas professoras, uma do ensino médio e uma da primeira etapa do ensino fundamental, da rede pública de Juiz de Fora/MG, nos anos de 2002 a 2006. Os instrumentos de coleta de dados foram as observações participativas, entrevistas e a utilização de recursos como fotografias e filmagens. Foi realizado um trabalho diferenciado, em que as educadoras de Física e de Ciências desenvolveram uma prática pedagógica fundamentada nos conhecimentos prévios do aprendiz. Foi efetuado um diagnóstico, no qual as professoras puderam obter informação sobre o contexto sócio-econômico dos estudantes e da escola e, com base nele, construir um planejamento integrado à realidade e ao currículo. Por meio da conexão entre teoria e prática, as professoras possibilitaram uma aprendizagem mais concreta; com isso, proporcionaram um ambiente favorável ao desenvolvimento de um processo de aprendizagem significativa com experiências afetivas positivas e, também, auxiliaram na formação cidadã dos alunos.

Mestrado em Tecnologia

Dissertação 1

Título: MAPEAMENTO DOS CONTRATOS DE EXPLORAÇÃO DE PATENTE NO BRASIL AVERBADOS NO INPI NO PERÍODO DE 2000 A 2006

Autor: Rita de Cassia Rocha Amorim

Orientador: Cristina Gomes de Souza

RESUMO: A Transferência de Tecnologia (TT) é uma das formas de se alcançar o desenvolvimento tecno-econômico de um país. Outra forma é o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). No entanto, esta última requer mais tempo e investimento, que nem sempre os países em desenvolvimento têm à disposição, como é o caso do Brasil. Uma das formas de transferência de tecnologia é por meio de licenças de exploração de patentes, uma vez que a legislação patentária prevê a concessão de licenças, permitindo a terceiros a exploração do objeto protegido através de uma patente. O objetivo da pesquisa é apresentar um mapeamento tecnológico dos contratos de exploração de patentes no Brasil, averbados no INPI, no período de 2000 a 2006, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e com a Classificação Internacional de Patentes (CIP), a fim de identificar: a) os setores econômicos que mais realizam TT; b) o quantitativo de transferência de tecnologia endógena e exógena; c) os países onde se localizam os maiores cedentes; d) as unidades da federação onde se fixam os cessionários; e) os tipos de licenças (exclusiva ou não) mais utilizadas; e f) o montante das remessas ao exterior decorrente de contratos dessa categoria. A metodologia baseou-se em pesquisa bibliográfica, documental e na consulta a especialistas. Os resultados mostraram que, apesar do propósito das patentes, a categoria é a que possui a menor quantidade de contratos averbados, se comparada às demais (Uso de Marca, Fornecimento de Tecnologia, Franquia e Serviço de Assistência Técnica). Os Estados Unidos revelaram-se o maior país provedor de tecnologia. Entre alguns dos outros resultados encontrados tem-se que a maioria das tecnologias objeto de contratos de exploração de patentes, segundo a CNAE, pertencem à seção D Indústria de transformação, e num nível de detalhamento de divisão da CNAE, observou-se que o setor mais atuante é o de Fabricação de Artigos de Borracha e Plástico, sendo a região Sudeste a que concentra a maior parte das empresas receptoras de tecnologia por meio dessa categoria de TT.

Dissertação 2

Título: MAPEAMENTO DE INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS SOBRE O BIODIESEL: UMA VISÃO DOS ESFORÇOS DE P&D NO MUNDO E NO BRASIL

Autor: Márcia França Ribeiro Fernandes dos Santos

Orientador: José Antonio Assunção Peixoto

Coorientador: Cristina Gomes de Souza

RESUMO: Na segunda metade do século XX, a discussão sobre os impactos da ação do homem sobre o meio ambiente, no âmbito do ainda em construção paradigma de desenvolvimento sustentável, ganhou força, especialmente devido ao fenômeno do aquecimento global. Um dos principais agressores do ecossistema é a queima de combustíveis fósseis, que vem a ser a base da matriz energética mundial – atualmente fundamentada no petróleo, fonte não-renovável. O uso do chamado ouro negro apresenta problemas, tais como o esgotamento das reservas mundiais, a concentração em áreas de instabilidade política e o aumento da emissão de gases que favorecem o Efeito Estufa. De modo a se buscar uma solução alternativa, esforços em pesquisa tecnológica estão sendo realizados com a finalidade de viabilizar a utilização de fontes renováveis de energia, como, por exemplo, a biomassa. Nesse contexto, destaca-se o uso – como energia – do biodiesel (biocombustível obtido a partir de diversas oleoginosas). O objetivo do trabalho foi realizar uma pesquisa exploratória sobre a tecnologia do biodiesel, de modo a identificar os esforços de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) que vêm sendo empreendidos no mundo e no Brasil, a partir dos resultados encontrados em documentos de patentes e artigos científicos, no período de 1998 a 2005. Especificamente no caso brasileiro, também levantar informações sobre projetos de pesquisa e competências existentes no tema em questão. A metodologia baseou-se em pesquisa bibliográfica e documental. Como base de dados para o levantamento das informações necessárias foram utilizados o Portal do Biodiesel, o Portal Inovação, o Web of Science, através do Portal de Periódicos da CAPES, e os bancos de patentes do Espacenet e do INPI. Entre os diversos resultados encontrados, foi possível verificar que o interesse pela tecnologia do biodiesel vem crescendo consideravelmente, não apenas no Brasil mas também em vários outros países, e que os esforços em P&D na área de biodiesel estão concentrados em linhas de pesquisa relacionadas à sua produção e à sua caracterização e controle da qualidade.

Dissertação 3**Título: A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL NO BRASIL FACE A OUTRAS ENGENHARIAS E AS ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS****Autor: Marllós Martins de Vasconcelos****Orientador: Carlos Henrique Figueiredo Alves****Coorientador: José Antonio Assunção Peixoto**

RESUMO: Entre as opções de formação de engenheiros no Brasil, são oferecidos, em algumas Instituições de Ensino Superior (IES), cursos de graduação em engenharia industrial. Esses cursos, assim como os engenheiros industriais neles formados, se diferenciam daqueles que não recebem o qualificativo em questão. No entanto, cabe ressaltar, que independentemente da designação, industrial ou não, os cursos de engenharia no Brasil são regidos pela Resolução CNE/CES nº11/02, do Conselho Nacional de Educação, que determina as diretrizes curriculares dos mesmos, e as atribuições profissionais dos engenheiros são estabelecidas pela Resolução nº1.010/05, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Nesse contexto, o presente trabalho, tendo como objetivo alcançar uma representação dos cursos de graduação em engenharia industrial, faz o levantamento e a análise de informações que caracterizam os cursos em questão, contextualizando-os no espectro de opções de formação em engenharia no Brasil, e mapeia a oferta atual dos cursos de engenharia industrial no país, tendo como metodologia de pesquisa, precipuamente, a extração de dados de trabalhos científicos, da legislação e de endereços eletrônicos de instituições oficialmente ligadas a esse tipo de formação profissional. Em suas considerações finais, sugere a permanência da diferenciação entre os cursos de graduação em engenharia industrial daqueles que não recebem o qualificativo em questão e também propõe caminhos a serem percorridos em pesquisas posteriores.

Dissertação 4**Título: ACUMULAÇÃO TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO INDUSTRIAL: METODOLOGIA PARA ANÁLISE DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA EM PROTEÇÃO E CONTROLE DE SUBESTAÇÕES – O CASO FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS****Autor: Roberto Martins Pereira****Orientador: Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer**

RESUMO: A capacitação tecnológica constitui-se no fator-chave para desencadear o processo de inovação nas organizações. A análise da inovação tecnológica se realiza tradicionalmente com base em indicadores convencionais, tais como investimentos em P&D e registros de patentes, adequados para medir esses esforços em países industrializados. Neste trabalho, são apresentados alguns inconvenientes no uso desses indicadores, que não captam os esforços internos nem o processo de acumulação de conhecimentos pelos quais as empresas passam antes de adquirir competências para gerir e gerar as mudanças tecnológicas. Sustenta-se a necessidade de aplicação de ferramentas adequadas que permitam identificar a ocorrência (ou não) de atividades inovadoras para a análise de capacidades tecnológicas em empresas e setores industriais das economias de industrialização recente. Faz-se um panorama a respeito das transformações ocorridas na estrutura do modelo tecnológico e institucional do Setor Elétrico Brasileiro, palco de crescente complexidade, principalmente após os anos 1990, quando foi profundamente influenciado pela difusão do novo paradigma técnico-econômico das tecnologias de informação e comunicação, assim como por uma profunda reestruturação em seu modelo de funcionamento, que, entre outras mudanças, introduziu a competição entre agentes públicos e privados. Para prover maior confiabilidade, rapidez e flexibilidade de operação, recorda-se o papel preponderante que o projeto e a implementação de sistemas de proteção e controle da rede de transmissão assumem no novo contexto. Através do estudo de caso sobre a empresa FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., procurou-se responder a questionamentos sobre como foram acumuladas capacidades tecnológicas na área de Engenharia de Proteção, Controle e Supervisão, e sobre até que ponto essas capacidades representam níveis de capacidades tecnológicas inovadoras. Por meio de pesquisa de campo, foi realizado um exame em seis processos ou subfunções tecnológicas, utilizando-se uma estrutura analítica baseada em níveis de competências, categorizadas desde um nível mais básico até um mais elevado, passando por estágios intermediários, para a verificação do desempenho nessas atividades. Os resultados da pesquisa identificaram um estágio avançado de acumulação de capacidades tecnológicas em especificação e fornecimento. Essas subfunções, bem como projeto e novas tecnologias, refletiram o acúmulo de capacidades tecnológicas inovadoras. Em contrapartida, os resultados para planejamento e licitação indicaram estágios compatíveis com capacidades produtivas rotineiras. Ao final do trabalho, são apresentadas análises sobre a pesquisa realizada e considerações sobre os resultados alcançados, assim como a sugestão para estudos futuros.

Dissertação 5**Título: A INCLUSÃO DIGITAL: ESTUDO DE CASO OFICINA ESPERANÇA****Autor: Flávio José de Almeida Ferreira****Orientador: Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer**

RESUMO: A Sociedade está cada vez mais se conscientizando da importância da inclusão digital. Nesse contexto, o trabalho aborda primeiramente os conceitos básicos da inclusão digital e sua importância devido ao surgimento da Sociedade da Informação ou Sociedade Digital, ou seja, os excluídos dessa sociedade sofrem alguma perda – social, política, cultural ou profissional.

Veremos também que, conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD – IBGE), a escolaridade do indivíduo impacta na sua vida profissional; por isso, o objetivo do "Projeto Oficina Esperança" descrito nesta dissertação é a capacitação dos jovens como usuários de informática para o mercado de trabalho. Apresentamos, através de pesquisas feitas por instituições idôneas como o IBCD, CGI e IBGE, o quanto o país está excluído digitalmente e precisa urgentemente de uma política para mitigar essa exclusão, como veremos no decorrer do trabalho.

Após a apresentação dos conceitos e das pesquisas, descrevemos cinco projetos de inclusão digital: Centro Público de Formação Profissional (CPFP), Centro de Apoio à Criança e ao Adolescente (CEACA), ONG Associação Ação Ressurgir – Escola Família, Ação Comunitária do Brasil do Rio de Janeiro e WebAula, que serão fundamentais para implantação de um projeto de inclusão digital na comunidade carente de São João de Meriti: o Projeto Oficina Esperança.

Dissertação 6**Título: CONSTRUÇÃO DE SISTEMA DE CONTROLE DE QUEIMA PARA A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA****Autor: Edmo Carlos Correia de Paiva Filho****Orientador: Paulo Lúcio Silva de Aquino****Coorientador: Marina Rodrigues Brochado**

RESUMO: A indústria de cerâmica vermelha vem adotando nos últimos anos estratégias para melhorar a gestão ambiental e energética, além de soluções técnicas que possibilitam agregar valor e garantir a qualidade dos produtos. O presente trabalho foi desenvolvido através do contato com a realidade de uma empresa do setor localizada na cidade de Campos dos Goytacazes e se insere nesse contexto ao focar a análise da queima dos blocos cerâmicos, etapa termo-intensiva do processo de produção. A partir dos dados levantados, verifica-se a importância do controle da temperatura durante a queima, sendo esta etapa fundamental e com grande incidência de fatores críticos para a qualidade do produto final. Cada produto cerâmico possui uma curva de queima específica que deve ser respeitada dentro de limites que garantam as características físicas desejadas. A baixa precisão na aplicação desse ciclo acarreta desperdício energético e um processo de sinterização inadequado às características desejadas para o produto. Com base nas informações coletadas no campo, verificou-se a necessidade de apropriação da tecnologia de controle do processo de queima de produtos cerâmicos em fornos Hoffmann que utilizem o gás natural como combustível. Foi desenvolvido e construído um protótipo de sistema de controle para o processo estudado, tendo os aspectos operacionais testados em laboratório. O trabalho foi concluído através da análise do comportamento do protótipo e da viabilidade de sua aplicação à indústria local. Desta forma, deseja-se incrementar ganhos tecnológicos e operacionais à indústria, ressaltando que a melhoria de qualidade da cerâmica vermelha no Brasil passa por um rigoroso controle das etapas do processo de fabricação, o que pode ser realizado sem depender de automação de alto nível. O trabalho contribui para a discussão do setor, mostrando que a problemática do desperdício energético, da baixa qualidade e das limitações técnicas pode ser minimizada através do desenvolvimento de tecnologias adaptadas à realidade brasileira.

Dissertação 7**Título: A FORMAÇÃO PROFISSIONAL DO TÉCNICO EM ELETRÔNICA DO CEFET/RJ E O MERCADO DE TV BROADCASTING: ESTUDO DE CASO****Autor: José Fernandes Pereira****Orientador: Carlos Henrique Figueiredo Alves****Coorientador: Maria da Glória de Faria Leal**

RESUMO: Esta dissertação objetiva verificar, através de estudo de caso, a conformidade dos currículos das disciplinas teóricas e laboratórios de Sistemas de Televisão do Curso Técnico de Eletrônica do CEFET/RJ com as atuais necessidades profissionais do setor de televisão. Essa verificação foi realizada através de estudo envolvendo empresa privada de televisão do Rio de Janeiro, a qual absorve egressos do curso para trabalho técnico iniciado na forma de estágio em suas dependências. A tecnologia para a área de TV broadcasting vem evoluindo rapidamente e uma radical mudança é prevista para o Brasil em função da implantação da TV Digital, a partir de 02 de dezembro de 2007. As mudanças no mundo do trabalho decorrem de inovações como essa e demandam novos requisitos profissionais para as novas áreas e a conseqüente revisão da formação profissional. Em função dessas necessidades, o universo da pesquisa envolveu os dois ambientes anteriormente citados, onde o autor atua e tem experiência profissional. Através de um estudo exploratório-qualitativo, foi possível uma verificação *in loco* do problema, proporcionando uma visão global de interatividade entre os ambientes acadêmico e profissional. Evidenciam-se as dificuldades dos alunos egressos do curso técnico de eletrônica do CEFET/RJ na preparação para o mundo do trabalho, em função da pouca vivência prática, principalmente na área de TV Broadcasting. Pretende-se que a troca de experiências e os resultados obtidos proporcionem um amparo teórico para a construção de novas ementas e programas, consoantes com a realidade e com a complexidade desse novo mercado. Também as constatações das dificuldades dos técnicos no ambiente de trabalho, com a observação *in loco*, devem contribuir com a empresa pesquisada para melhoria no quadro de pessoal, mediante informações de suas necessidades de treinamento e desenvolvimento de funcionários.

Dissertação 8**Título: ENSINO A DISTÂNCIA: O CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DO CONSÓRCIO CEDERJ SOB A ÓTICA DE ALUNOS****Autor: Antônio de Almeida Filho****Orientador: Carlos Henrique Figueiredo Alves****Coorientador: Maria da Glória de Faria Leal**

RESUMO: A dissertação caracteriza-se inicialmente por uma abordagem conceitual de ensino a distância (EAD). O trabalho analisa essa modalidade de ensino como instrumento de democratização de acesso ao ensino superior e a relevância do mesmo no papel de inclusão social. O campo de estudo do trabalho restringe-se ao Estado do Rio de Janeiro, fazendo referência ao Consórcio CEDERJ, consórcio que agrega um grupo de universidades federais, responsáveis pela implantação de alguns cursos de graduação a distância, e que serviu como modelo para a implantação de outros projetos pelo país, como, por exemplo, a Universidade Aberta do Brasil. A Universidade Federal Fluminense, universidade associada ao consórcio, recebe tratamento especial no trabalho por ser a responsável pela orientação didático-pedagógica do curso de Licenciatura em Matemática, objeto de estudo da dissertação. No trabalho, são discutidos os obstáculos enfrentados nesse curso de graduação a distância, sob a ótica dos alunos, explicitando as variáveis que influenciam o processo ensino-aprendizagem. As avaliações institucionais do Consórcio CEDERJ dão suporte à pesquisa, auxiliando o estudo quantitativo que permitiu identificar os elementos potencializadores e limitadores do curso em questão. A capacitação permanente dos tutores, a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação, além da elaboração de materiais didáticos específicos para essa modalidade de ensino, são fatores que garantirão o sucesso dos atores envolvidos no processo.

Dissertação 9**Título: APLICAÇÃO DE REDES NEURAS ARTIFICIAIS EM IDENTIFICAÇÃO DE NÃO-LINEARIDADES RÍGIDAS****Autor: Wendel Furtado da Silva****Orientador: Paulo Lúcio Silva de Aquino**

RESUMO: Este trabalho consiste na abordagem do problema de identificação e representação das não-linearidades rígidas de saturação, zona morta, saturação com zona morta, liga-desliga, liga-desliga com histerese e liga-desliga com zona morta, através da utilização das redes neurais artificiais. Para tanto, explora-se a capacidade da arquitetura MLP em diferentes simulações, a partir de uma configuração padronizada quanto ao número de neurônios da camada escondida e o tamanho do conjunto de treinamento, conforme o teorema de Kolmogorov e a regra de Baum-Hausler, respectivamente. Os demais parâmetros, como número de épocas, taxa de aprendizagem e constante de momento, são ajustados empiricamente, de modo a proporcionar convergência rápida e curva de aprendizagem com oscilação mínima. Os experimentos são simulados a partir do ambiente de programação do MATLAB 7.5, cujos resultados, evidenciados a partir da análise do erro quadrático médio obtido na fase de generalização da rede, são apresentados para comprovar a eficiência do algoritmo proposto em identificar as não-linearidades rígidas supracitadas.

Dissertação 10**Título: ANÁLISE DO DESGASTE EM FERRAMENTAS REVESTIDAS E DO ACABAMENTO NO TORNEAMENTO DE FERRO FUNDIDO****Autor: Etienne Beirão Friedrich****Orientador: Lilian Martins da Motta Dias****Coorientador: Anna Carla Monteiro de Araújo**

RESUMO: Revestimentos cerâmicos são cada vez mais utilizados nos processos de manufatura em que o atrito e o desgaste são os principais fatores que limitam o desempenho produtivo. Entre as diferentes opções disponibilizadas, os revestimentos de TiN e TiCN, processados por PVD – “Physical Vapour Deposition”, têm por objetivo aumentar o desempenho das ferramentas de corte, permitindo sua utilização em condições mais severas durante o processamento de distintos materiais. Nesta investigação procurou-se avaliar, de forma comparativa, o desempenho desses revestimentos, aplicados em monocamadas sobre insertos de metal duro, no torneamento de ferro fundido cinzento sem fluido de corte. Para isso, experimentos foram realizados variando-se os parâmetros de velocidade e avanço de corte, mantendo-se fixa a profundidade de usinagem. Sob condições de semi-desbaste, a técnica utilizada foi o monitoramento do tempo de vida da ferramenta, utilizando-se como critério o desgaste de flanco máximo igual a 0,6 mm, conforme preconiza a norma ISO 3685/93. Complementarmente, ensaios de acabamento foram desenvolvidos, sendo empregados os parâmetros Ra e Rq para avaliação. Os resultados de tempo de vida encontrados para as ferramentas revestidas mostraram a intensidade das alterações que ocorrem nos dois mecanismos de desgaste predominantes, adesão e abrasão. Quando se utilizaram os revestimentos cerâmicos, o tempo de vida útil das ferramentas ampliou significativamente para todas as condições de corte ensaiadas. Da mesma forma, uma análise comparativa entre os revestimentos aplicados indicou melhor desempenho do TiCN sobre o TiN, pois suas propriedades demonstraram estar mais apropriadas para minimizar o desgaste de flanco nas condições de contorno empregadas. Na apreciação do acabamento de superfície, os resultados apresentaram-se compatíveis com os ensaios realizados, embora mereçam prosseguimento de estudos. Assim, os resultados encontrados quantificam o retorno do valor agregado na utilização dos revestimentos cerâmicos e confirmam a versatilidade dos mesmos, pois proporcionam um aumento de opções ao setor industrial, tanto no processamento de diferentes volumes de produção quanto na diminuição dos tempos de processamento, ou, ainda, na minimização das trocas de ferramentas.

Dissertação 11**Título: PROPOSTA DE MODELO COM ÊNFASE EM CONFIABILIDADE PARA O CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE SOLDAGEM NA UNIVERSIDADE IGUAÇU****Autor: Carlos Xavier Rangel****Orientador: José Luiz Fernandes****Coorientador: Maria da Glória de Faria Leal**

RESUMO: A educação superior no Brasil passa por momento de transformação histórica, embora não seja percebida pela maioria dos profissionais envolvidos nesse contexto. A resistência ao novo faz parte da natureza humana, impedindo vislumbrar novos horizontes que são apontados por diferentes indicadores de desenvolvimento que o país experimenta. Os projetos de cursos superiores, com louváveis exceções, adotam modelos ultrapassados, de origem na metade do século passado. Portanto, o presente estudo propõe um modelo teórico conceitual destinado à elaboração de projetos pedagógicos voltados para os cursos superiores de tecnologia. Propõe ainda, através do modelo de confiabilidade por séries temporais, estabelecer previsões na trajetória dos cursos superiores de tecnologia. O modelo teórico conceitual foi concebido com base em três pressupostos estruturantes: histórico, que aborda as experiências nacionais e internacionais vivenciadas e suas tendências; de demanda, que identifica a efetividade na construção do projeto pedagógico; e conceitual, que trata da fundamentação legal e conceitual para a elaboração do referido projeto pedagógico. Tais pressupostos buscam fundamentação teórica na modularização curricular, nas competências, na interdisciplinaridade, nos currículos integrados, nas certificações e qualificações, na identidade com o setor produtivo, nos avanços tecnológicos e no desenvolvimento industrial do País, para a elaboração de projeto pedagógico voltado à formação de novos profissionais através da graduação tecnológica. O modelo de confiabilidade por séries temporais busca identificar as tendências dos cursos superiores de tecnologia no Brasil, nos próximos anos, fundamentado no forte crescimento do número de cursos, vagas e matrículas nessa modalidade de educação profissional, justificando, desta forma, a proposta do modelo teórico conceitual, estabelecendo como referencial o setor industrial em franco desenvolvimento no Estado do Rio de Janeiro e o Curso Superior de Tecnologia de Soldagem, desenvolvido na Universidade Iguazu, localizada na Baixada Fluminense, demonstrando, por meio da experiência vivenciada ao longo de dois anos, os resultados alcançados na aplicação do modelo. Conclui o presente estudo a necessidade de acurado olhar dos profissionais envolvidos na formação profissional às inovações educacionais, através de projetos pedagógicos em caráter experimental. Conclama a esfera pública e o setor produtivo no uso estratégico da graduação tecnológica para fazer frente, em curto prazo, à formação de novos profissionais qualificados.