

## Outra educação em engenharia: falta humanidade?

Lais Silveira Fraga, laisfraga@gmail.com

### Abstract

*The objective of this article is to reflect about the criticism made by the Science, Technology and Society (STS) Education to the conventional education in engineering. The reflection will be done through the curriculum of the Food Engineering Undergraduate course (FEA) from UNICMAP. The analyses made had as a starting point the contents of the curriculum and the way these are spread through the course. Based on that, a general characterization of the course was made: it is a course with emphasis in technical aspects, presents strong division between theory and practice, it is has little flexibility and its focus is the industry. This characterization was compared to the criticism made by three authors: Gordillo and Galbarte (2002), Gordillo, Osório and López Cerezo (2000) and Dagnino (2006). Not only the first but also the second analyses showed that the criticism made by STS Education is pertinent to FEA's course. Besides that, the third analyses led to the classification of the curriculum based on the Instrumentalist vision of Technoscience. Therefore, the contribution of STS Education is to evidence the idea of neutral, universal, determinist and essentialist technoscience in conventional education and, with that, propose alternatives paths for a technoscientific education seen as a socially shaped.*

*Keywords: STS Education, engineering, curriculum, technoscience.*

### Resumo

*O objetivo deste artigo é refletir sobre as críticas que a Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) faz à educação convencional em engenharia. A reflexão se dará a partir do currículo do curso de graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da UNICAMP. A análise feita teve como ponto de partida os conteúdos presentes no currículo e o modo como estes estão distribuídos ao longo do curso. A partir disso, foi elaborada uma caracterização geral do curso: é um curso tecnicista, apresenta forte separação entre teoria e prática, é um curso fechado e apresenta como foco a indústria. Essa caracterização foi comparada com a crítica feita por três autores: Gordillo e Galbarte (2002), Gordillo, Osório e López Cerezo (2000) e Dagnino (2006). Tanto a primeira quanto a segunda análise mostraram que as críticas feitas pela educação CTS são pertinentes ao curso de graduação da FEA. Por sua vez, a terceira análise levou à classificação do currículo balizado pela visão Instrumentalista da tecnociência. Por isso, a contribuição da Educação CTS é evidenciar a idéia da tecnociência neutra, universal, determinista e essencialista da educação convencional e, a partir disso, propor caminhos alternativos para uma educação tecnocientífica de fato socialmente referenciada.*

*Palavras-chave: educação CTS, engenharia, currículo, tecnociência.*

### 1. Introdução

O objetivo deste artigo é refletir sobre as críticas que a Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) faz à educação convencional em engenharia. A reflexão se dará a partir da análise crítica do currículo do curso de graduação em engenharia de alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da UNICAMP à luz do campo da Educação CTS.

Sei, contudo, que a necessidade de repensar o processo de formação das engenharias não é algo novo. Muitos autores criticam a centralização dos currículos em aspectos técnicos em detrimento dos aspectos sociais e políticos. O resultado disso, também apontado por diversos

autores, é a atuação de engenheiros e engenheiras de forma limitada e, principalmente, alienada diante da complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Kawamura (1979), por exemplo, afirma que engenheiros e engenheiras recebem um ensino pragmático, hierarquizado e parcelar que pode ser considerado preparatório para as oportunidades de emprego, que estão quase na totalidade nas grandes empresas:

A formação integradora em que se configura o ensino da engenharia é favorecida por sua crescente concentração, nos aspectos puramente técnicos da tecnologia, excluindo seus aspectos sociais e políticos. Esse caráter da formação do engenheiro permite reforçar sua posição acrítica de seu papel no processo econômico, social e político brasileiro (KAWAMURA, 1979).

Este artigo não se atém apenas ao fato de que a ausência de uma formação humanística tende a fazer do engenheiro um profissional despreparado para a crítica do sistema sócio-econômico e político em que está inserido. Em primeiro lugar, não acredito que a simples introdução das Humanidades no currículo possa proporcionar ao engenheiro essa capacidade que me parece essencial para conceber formas tecnológicas que possam alavancar uma sociedade alternativa, baseada em outros valores, interesses e atores. Em segundo lugar, acredito que essa capacidade exige uma reflexão sobre o caráter da tecnociência e sua relação de coorganização com a sociedade e a maneira como ela, em um dado momento, está estruturada. E é por isso que utilizei os conhecimentos do campo dos Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para a análise realizada.

Acredito que a tecnociência está sendo criada por nós, engenheiros e engenheiras. E, nesse processo de criação, levamos em consideração muito mais do que aspectos puramente técnicos. Conscientemente ou não, levamos também em consideração o contexto formado pelas relações culturais, sociais, e de poder no qual estamos inseridos. Não falo apenas das implicações, do uso tecnociência (ou da ciência e da tecnologia). Falo principalmente do que lhe é inerente desde o momento de sua concepção. Num sistema social dado (inclusive o capitalista, por certo), a tecnociência é determinada por esse contexto. Ela guarda hoje com esse sistema uma relação de causalidade recíproca. Ao contribuir para sua manutenção e expansão, a tecnociência recebe dele uma contribuição: o conjunto de valores e interesses que o viabilizam.

Escolhemos, nesta artigo, utilizar, ao invés da expressão “ciência e tecnologia”, a palavra “tecnociência”. As razões desta escolha passam pelo fato da expressão “ciência e tecnologia” já apresentar em si uma separação entre ciência e tecnologia e uma sugestão que a tecnologia é uma aplicação da ciência. Acredito que essa separação se torna cada dia menos relevante, mas principalmente, incoerente com o campo dos Estudos da ciência, tecnologia e sociedade. Nuñez (2000, citado por Danino 2006) corrobora com essa escolha e argumenta que

La ciencia y la moderna tecnología son inseparables; en consecuencia han llegado a ser actividades casi indistinguibles, y si la Revolución Científica del Siglo XVII, y la Revolución Industrial iniciada en el Siglo XVIII fueron procesos relativamente independientes, la fecundación recíproca y sistemática entre ciencia y tecnología es, sobre todo, un fenómeno que se materializa a partir de la segunda mitad del siglo XX y se acentúa notablemente en el siglo actual. Por eso, es difícil saber a que se dedican las personas que trabajan en un laboratorio de I+D de una gran industria: ¿hacen ciencia o hacen tecnología? Quizás simplemente hagan "tecnociencia", actividad donde los viejos límites son desdibujados.

## 2. A análise do currículo

A análise feita teve como ponto de partida os conteúdos presentes no currículo do curso de engenharia de alimentos da FEA e o modo como esses conteúdos estão distribuídos ao longo do curso. A análise foi feita em três etapas. Primeiramente, as disciplinas foram classificadas segundo uma taxonomia e agrupadas em quatro diferentes tipos. Em um segundo momento, os diferentes tipos de disciplina, classificados a partir da taxonomia, foram analisados quantitativamente. Por fim, foi analisada a distribuição dos diferentes tipos de disciplina no decorrer do curso.

A taxonomia proposta partiu de três critérios: ênfase nos aspectos técnicos, aplicabilidade do conteúdo e flexibilidade da disciplina. A partir desses critérios as disciplinas foram classificadas em quatro tipos: **Básica** (ênfase nos aspectos técnicos, sem aplicabilidade e sem flexibilidade), **Aplicada** (igual disciplina básica, mas com aplicabilidade do conteúdo), **Múltiplos aspectos** (sem ênfase nos aspectos técnicos e sem flexibilidade) e **Aberta** (com flexibilidade). Um outro critério usado para uma classificação auxiliar das disciplinas foi o foco da disciplina em relação ao setor industrial. Durante a análise feita, reparamos que algumas disciplinas se referiam explicitamente ao uso industrial de determinado conteúdo, mas, em nenhum momento, se referiam a outro tipo de uso. Por isso, criamos um critério auxiliar, gerando duas novas categorias de disciplinas: de aplicação industrial e de aplicação geral.

Após a classificação das ementas das disciplinas segundo a taxonomia criada, o currículo da FEA foi comparado com as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia e a legislação específica da engenharia de alimentos. A partir disso, foi elaborada uma caracterização geral do curso de graduação em engenharia de alimentos da FEA.

- **É um curso tecnicista:** essa característica está ligada à imensa maioria de conteúdos puramente técnicos e à ausência de determinadas disciplinas indicadas pelo MEC (humanidades, comunicação, metodologia de pesquisa, administração etc.);
- **Apresenta forte separação entre teoria e prática:** a separação entre disciplinas básicas/aplicadas e gerais/específicas aponta para essa característica. Além disso, a organização do currículo (primeiro, disciplinas básicas e gerais; depois, aplicadas e específicas) mostra uma priorização da teoria em detrimento da prática. A prática só tem valor se embasada pela teoria;
- **É um curso fechado:** significa dizer que há pouca possibilidade de um estudante escolher diferentes caminhos ou enfoques para o curso. A grande maioria das disciplinas é fechada;
- **Apresenta como foco a indústria:** não há no currículo da FEA nenhuma disciplina que apresente um foco para os conteúdos abordados, a não ser para o uso industrial desses conteúdos. Isso significa dizer que ou o conteúdo é tratado de maneira geral ou com foco na indústria de alimentos. Em seu currículo, a faculdade exclui a possibilidade de atuação com grupos populares, artesanais e que não sejam orientados pelo mercado.

## 3. O campo CTS e a educação

As questões levantadas há mais de 30 anos pelo campo CTS estão, a cada dia, mais presentes na educação. A forma convencional da educação tecnocientífica, que não leva em consideração as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, tem sido questionada pela educação CTS tanto em relação aos conteúdos abordados e à sua organização quanto em relação às metodologias utilizadas.

Um ponto fundamental para o entendimento da relação existente entre o campo CTS e a educação é a neutralidade tecnocientífica. Isso porque a visão que se tem da tecnociência determina em grande medida a maneira como ela é ensinada. Uma educação baseada em uma

visão neutra da tecnociência será descontextualizada das questões sociais, políticas e econômicas que a cercam.

A neutralidade tecnocientífica acarreta a percepção da tecnociência como uma verdade que não é passível de questionamento, uma verdade única e intrinsecamente positiva para a humanidade. Essa visão permeia também a educação tecnocientífica e justifica a educação descontextualizada.

A formação convencional que a educação CTS critica e busca transformar está diretamente relacionada com a visão neutra da tecnociência.

É nesse sentido que o movimento CTS aponta para a participação pública nas decisões sobre o controle do desenvolvimento da tecnociência e também na sua avaliação. Por sua vez, a participação pública aponta para a necessidade de uma educação tecnocientífica coerente com os pressupostos do campo CTS. A tecnociência, quando considerada a partir de sua interação com a sociedade, pressupõe uma educação também na perspectiva CTS. Isto é, uma educação que não apresente a tecnociência como neutra, mas condicionada por valores e interesses.

Decorre dessa análise da relação direta entre o campo CTS e a educação a necessidade da formação de cidadãos que sejam capazes de entender as alternativas e tomar decisões fundamentadas acerca das questões tecnocientíficas.

O movimento CTS tem, portanto, como campo de aplicação direta a educação. As conseqüências práticas da educação CTS são não só promover uma renovação dos conteúdos educativos e da estrutura curricular mas também uma renovação metodológica da educação.

#### 4. Críticas da Educação CTS

A caracterização realizada do currículo da FEA foi resgatada e analisada segundo três diferentes formas de organizar a crítica da educação CTS em relação à educação convencional. Foram utilizadas as contribuições de Gordillo e Galbarte (2002), Gordillo, Osório e Lopéz Cerezo (2000) e Dagnino (2006).

A primeira contribuição elaborada por Gordillo e Galbarte (2002), parte de reflexões de Vilches e Furió (1999) para a educação em ciência. Os autores julgaram necessária uma nova contribuição para a educação tecnológica, e essa é uma primeira especificidade que a torna útil para a caracterização do currículo do caso estudado, um curso de graduação tecnológico. As críticas são organizadas por meio de sete **visões distorcidas da tecnociência** que precisam ser superadas:

- A tecnologia é a ciência aplicada aos processos produtivos;
- Os produtos tecnológicos são artefatos materiais;
- A tecnologia é universal e não necessita de contextualização social;
- A evolução dos artefatos tecnológicos é guiada pela otimização funcional, ou seja, pela eficácia e eficiência;
- Os artefatos tecnológicos são produtos da invenção genial de autores individuais;
- A atividade tecnológica é neutra, está à margem das controvérsias valorativas;
- As novas tecnologias não são realmente tecnologias.

A segunda contribuição é apresentada por Gordillo, Osório e Lopéz Cerezo (2000), que caracterizam a educação tecnocientífica a partir de cinco dicotomias, com valorização do primeiro termo em detrimento do segundo. Essas dicotomias deveriam ser superadas pela educação CTS:

- Teoria vs. Prática;

- Saberes vs. Valores;
- Especialistas vs. Leigos;
- C&T vs. Humanidades;
- Racionalidade vs. Criatividade.

Por fim, a terceira contribuição foi elaborada por Dagnino (2006). Essa contribuição parte de uma crítica ao próprio movimento CTS. Para evidenciar as contradições existentes no campo, ele apresenta o seguinte esquema:

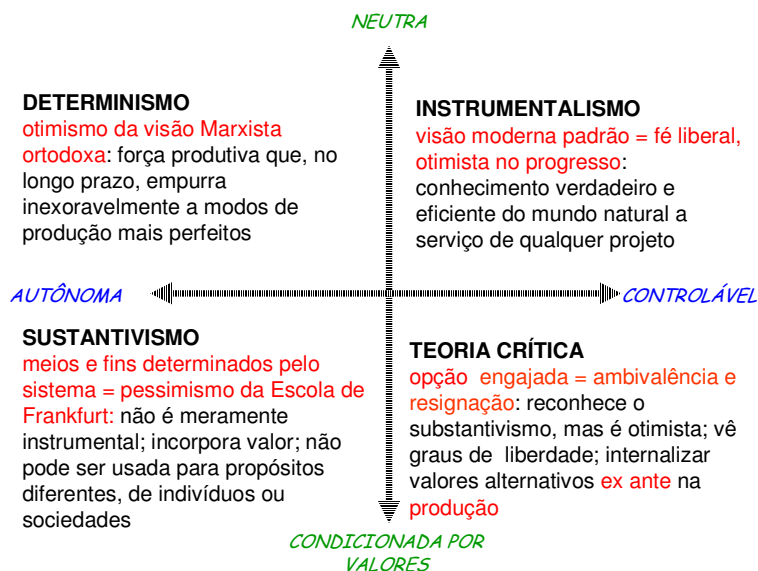


Figure 1 - Visões da tecnociência

Dagnino (2006) explica que o quadro acima une as contribuições relativas à tecnologia de Andrew Feenberg e as relativas à ciência de Hugh Lacey. O esquema, que foi utilizado de maneira simplificada, apresenta dois eixos. O eixo horizontal permite localizar as diferentes visões da tecnociência em relação à autonomia. Do lado esquerdo, aparece a visão dos que acreditam que a é tecnociência autônoma, se desenvolve segundo um impulso interno e segue um caminho linear e inexorável no seu desenvolvimento. Do lado direito, estão aqueles que acreditam que a tecnociência é controlada pelo homem, isto é, aqueles que acreditam que os grupos sociais podem escolher entre diversos caminhos possíveis. Em relação ao eixo vertical, as visões são divididas segundo a neutralidade da tecnociência. Novamente, duas posições são possíveis. Na parte superior, está a visão de que a ciência é neutra e, portanto livre de valores e interesses. Na parte inferior, por sua vez, estão aqueles que acreditam que a tecnociência incorpora os valores e interesses dominantes no ambiente em que é desenvolvida.

A combinação dos dois eixos gera quatro diferentes visões acerca da tecnociência: o instrumentalismo (tecnociência neutra e controlável pelo homem), o determinismo (neutra e autônoma), o substantivismo (condicionada por valores e autônoma) e a teoria crítica (condicionada por valores e controlável pelo homem).

Essas ferramentas de análise foram escolhidas por serem capazes, cada uma a seu modo, de sistematizar uma caracterização da educação tecnocientífica tradicional. São contribuições que não apenas fazem a crítica, mas também apontam as conseqüências dessas críticas e as possibilidades de alteração da educação a partir da constatação dessas conseqüências.

A análise foi realizada a partir da caracterização do currículo da FEA. Tanto a primeira

quanto a segunda, com as devidas ressalvas em relação à limitação da análise incluir apenas o currículo da faculdade, mostram que as visões distorcidas da tecnociência e as dicotomias estão presentes no currículo da FEA. Isso significa dizer que as críticas feitas pela educação CTS são pertinentes ao curso de graduação da FEA.

Por sua vez, a terceira análise levou à classificação do currículo da FEA como balizado pela visão Instrumentalista da tecnociência, segundo a qual, independentemente do foco do curso, a engenharia de alimentos pode ser aprendida da mesma forma e usada, sem prejuízos, para qualquer finalidade. Não haveria, segundo essa visão, razão para repensar o currículo da faculdade mesmo que o interesse da sociedade e da instituição fosse explicitamente mais amplo que atender a indústria de alimentos.

## 5. Considerações finais

Os resultados obtidos com a análise levou à conclusão que o curso não tem um currículo plural e ele reforça a neutralidade e o determinismo tecnocientífico. O currículo não dá instrumentos para seus egressos serem capazes de avaliar as diferentes alternativas tecnocientíficas existentes nem de perceber os condicionantes em seu desenvolvimento. É um curso que forma engenheiros aptos a reproduzir a tecnociência convencional sem questionamentos.

Acredito que a tecnociência deve ser mostrada e ensinada por meio de suas controvérsias, refletindo a contradição existente na sociedade. Ela deve ser ensinada sem deixar de lado, inclusive, os diferentes projetos de sociedade existentes. O engenheiro deve ser capaz de formar a sua visão de mundo, escolher seu projeto de sociedade e atuar conforme as suas escolhas.

Em relação à educação CTS, algumas reflexões devem ser feitas. A escolha da abordagem da educação CTS me parece, mais do que pertinente, necessária e urgente. Formar engenheiros e engenheiras ignorando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, como tem sido feito até hoje, não tem se mostrado uma boa escolha.

A análise feita mostrou que a forma como os conteúdos são apresentados e a forma como o currículo está organizado dificultam a possibilidade de o aluno atuar como cidadão. Isso porque ele é induzido pela via técnico-científica a não questionar o *status quo* e muito menos a ter a capacidade de mudá-lo. Partindo da neutralidade da tecnociência, tanto a formação quanto a atuação do engenheiro passam a ser únicas, isto é, não são passíveis de questionamento e são as mesmas para qualquer visão de mundo (se a ciência é neutra, que diferença faz um profissional ou um aluno ter uma visão de mundo diferente?). Por isso, acredito que um dos principais obstáculos a ser superado é o mito da neutralidade da tecnociência, para que o aluno e o engenheiro sejam capazes de perceber os valores e interesses existentes nos conteúdos e nas técnicas aprendidos e que sejam capazes de reprojeta-los de acordo com a sua visão de mundo.

Além disso, a idéia de que existe um núcleo científico-teórico comum, universal, que serviria a um grande número de aplicações reforça o tecnicismo do curso. A tecnociência é então apresentada não como uma construção social, como quer a educação CTS, mas como algo neutro e descontextualizado. A suposta universalidade de um conhecimento está intimamente ligada à suposta neutralidade desse conhecimento. No entanto, o próprio currículo da FEA está diretamente ligado à indústria de alimentos. Não é errado supor que esses conteúdos carregam os valores e interesses dessa indústria, que não são não universais.

Por tudo isso, acredito que a universidade, em vez de promover a cidadania, está criando barreiras e isolando seus egressos da cidadania. E esse isolamento é resultado da forma como se dá o ensino em engenharia, baseado na separação entre teoria e prática,



descontextualização do ensino e outras características apontadas neste artigo.

Essa análise aponta para a necessidade de se pensar uma maneira alternativa de ensinar tecnociência sem a separação entre teoria e prática e entre disciplinas básicas e aplicadas. Essa recomendação, embora não seja novidade, é um grande desafio para as engenharias.

Por isso, acreditamos que a educação CTS deve promover as bases educativas para que engenheiros sejam capazes de agir indo à raiz do problema, reprojutando a tecnociência segundo a sua visão de mundo e de maneira participativa durante o “fazer ciência”. O que falta na formação da engenharia não é a adição de conteúdos de humanidades nem ética na sua atuação. A contribuição (e a responsabilidade) da Educação CTS para a formação de engenheiros está em evidenciar os mecanismos de manutenção da idéia da tecnociência neutra, universal, determinista e essencial da educação convencional e, a partir disso, propor caminhos alternativos para uma educação tecnocientífica de fato socialmente referenciada.

Além disso, a existência, no campo CTS, de divergências significativas deve ser levada em consideração. Para a educação, não poderia ser diferente. Me parece contraditório aceitar a não-neutralidade da tecnociência e supor que seja possível um controle externo que contemple outros valores e interesses. Nas palavras de Dagnino (2006)

Como aceitar a idéia de que a tecnociência não é neutra, e que pelo contrário, carrega consigo os valores predominantes no ambiente em que é gerada (...) e, ao mesmo tempo, supor que poderia haver mecanismos de controle social (baseados em princípios éticos) ex-post suficientemente efetivos e poderosos para garantir a sua utilização no sentido de alcançar objetivos que contemplem outros valores e interesses. (DAGNINO, 2006).

Por fim, a principal conclusão deste trabalho indica que as críticas feitas pela Educação CTS são pertinentes ao curso da FEA: que ele traz implícita uma visão neutra de tecnociência e que, por ter como foco a indústria, não é plural. O contraste do resultado alcançado com a idéia de onde se partiu, de que a ausência de uma formação humanística não prepara o engenheiro para a crítica do sistema socioeconômico e político em que está inserido, levou a outra conclusão: não parece que a introdução de humanidades no currículo seja capaz de torná-lo mais plural. Isto é, de proporcionar ao engenheiro a capacidade para conceber formas tecnológicas que atendam a outros atores que não os que formam a indústria.

## Referências

**DAGNINO**, Renato. Mais além da participação pública na ciência: buscando uma reorientação dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em Ibero-américa. CTS+I, México, v. 7, 2006.

**GORDILLO**, Mariano Martín; **OSORIO**, Carlos; **CEREZO**, José Antonio López. La educación en valores a través de CTS. Contribución al Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores. Montevideo 2-6 de Octubre de 2000. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/mgordillo.htm>>. Acesso em: 5 maio 2007.

**GORDILLO**, M Martín; **GALBARTE**, J C González. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. Revista Iberoamericana de Educación, Madrid, n. 28, p.17-59., 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a01.htm>>. Acesso em: 30 out. 2006.

**KAWAMURA**, L. K. *Engenheiro: trabalho e ideologia*. 2.ed. São Paulo: Ática, 1981.

**LÓPEZ**, José L. Luján; **LÓPEZ CEREZO**, José A (Org.). Educación CTS en acción: Enseñanza Secundaria y Universidad.. In: GONZÁLEZ-GARCÍA et al. Ciencia, Tecnología y Sociedad.: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madri: Tecnos, 1996. p. 225-252.

**LÓPEZ CEREZO**, José Antonio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: Bibliografía comentada. Revista Iberoamericana de Educación, [s.i.], n. 18, p.171-176, set. 1998.