

A formação em Engenharia de Alimentos e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

Lais Fraga¹

Introdução

Este artigo parte do entendimento de que discutir a formação em engenharia passa, necessariamente, pela reflexão acerca das diferentes visões da tecnociência². A questão abordada neste artigo, o questionamento e as possibilidades de mudança na formação do engenheiro de alimentos, não é um fim em si. Não é de hoje o debate sobre a necessidade de estilos alternativos de desenvolvimento. Vivemos em uma sociedade desigual e acreditamos que existem alternativas reais a ela. Como diria Paulo Freire: “O mundo não é, ele está sendo” - e, se ele está sendo, é passível de mudança. Assim, é na perspectiva na busca por um estilo de desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente sustentável que abordaremos a formação em engenharia.

As implicações disso para a análise proposta são importantes demais para serem ignoradas. Acreditamos que a tecnociência também não é, mas está sendo criada por 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 falamos apenas das implicações, do uso tecnociência. Falamos, 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.

É sob essa perspectiva que apresentaremos um estudo de caso que objetivou analisar o currículo do curso de graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) a partir do campo dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (ou Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, como o denotaremos daqui em diante). A reflexão se deu a partir da comparação entre as críticas que a Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) faz à educação convencional em engenharia.

Sabemos, contudo, que a necessidade de repensar o processo de formação nas engenharias tem sido ressaltada por autores que centram sua crítica na concentração dos currículos em aspectos técnicos em detrimento dos aspectos sociais e políticos. O que levaria engenheiros e engenheiras a atuar de forma limitada e, principalmente, alienada diante da complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Muitos autores, ao apontar o anacronismo ou a inadequação do currículo das diversas modalidades de engenharia, sugerem que é necessário que a atuação do profissional da engenharia se dê com base na ética. E, em consequência, propõem a

adição de novos conteúdos ao currículo. Ferraz (1983), citando as recomendações de um congresso de engenharia, diz que é necessário que “os engenheiros recebam uma sólida e ampla base de conhecimentos sociohumanísticos, em vista dos sistemas de valores que atualmente regem as condições da sociedade”. E ressalta a “necessidade de relacionar o exercício da profissão de engenheiro aos aspectos éticos, estéticos e sociais da coletividade” (FERRAZ, 1983). Esse debate, embora pertinente, não pode prescindir do que é anterior à atuação do engenheiro: em que visão da tecnociência está baseada o currículo? Isto é, não importa apenas refletir sobre o que o engenheiro fará com o conteúdo tecnocientífico que o engenheiro recebeu, mas também que conteúdo é esse e em que medida ele se relaciona com diferentes modelos de desenvolvimento.

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).

A análise feita parte dessa visão e procura ir além. Não se atem, por isso, apenas ao fato de que a ausência de uma formação humanística tende a fazer do engenheiro um profissional despreparado para a crítica do sistema socioeconômico e político em que está inserido. Em primeiro lugar, não acreditamos que a simples introdução das Humanidades no currículo possa proporcionar ao engenheiro essa capacidade que nos parece essencial para conceber formas tecnológicas que possam alavancar uma sociedade alternativa, baseada em outros valores, interesses e atores. Em segundo lugar, acreditamos que essa capacidade exige uma profunda reflexão sobre o caráter da tecnociência. E é por isso que utilizamos os conhecimentos do campo dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS) para a análise. E é exatamente esses dois pontos apresentados que pretendemos explorar neste artigo com o intuito de contribuir para a modificação da formação em engenharia de alimentos.

Para isso, o artigo está dividido em quatro seções. A primeira delas apresentará um estudo de caso realizado, objeto da análise aqui proposta. A seção seguinte apresentará o marco analítico-conceitual utilizado na análise, o campo dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e, mais especificamente, o campo da Educação CTS. A terceira seção é um aprofundamento da anterior e buscará trazer as principais críticas que a Educação CTS traz em relação à educação tecnocientífica convencional. Por fim, a quinta seção trará algumas considerações finais.

O estudo de caso

O objeto de análise deste artigo é a Faculdade de Engenharia de Alimentos, uma das unidades da Universidade Estadual de Campinas. Primeira unidade de ensino e pesquisa na área alimentícia a entrar em funcionamento na América Latina, foi instalada, inicialmente, em 1966, no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) e, mais tarde, em 1972, transferida para a Cidade Universitária Zeferino Vaz.

A FEA, hoje, é reconhecida no meio acadêmico. Em recente artigo publicado no Jornal da UNICAMP, alguns números são apresentados: a FEA já formou 2.022 alunos de graduação, 1.017 de mestrado e 652 de doutorado. Já realizou mais de 5.000 pesquisas que resultaram em 26 patentes, das quais cinco foram licenciadas. Esses números representam quase 10% de todas as patentes geradas pela UNICAMP (LEVY, 2006).

A análise feita do curso de graduação em Engenharia de Alimentos teve como ponto de partida as ementas das disciplinas do currículo do curso de engenharia de alimentos da FEA e o modo como essas disciplinas estão distribuídas 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 segundo a distribuição no decorrer do curso. Por fim, as características do curso de graduação em Engenharia de Alimentos da FEA, obtidas depois dessas duas primeiras etapas foram comparadas com as críticas que o campo da Educação CTS faz em relação à educação tecnocientífica tradicional.

A primeira consideração a ser feita é sobre a opção de analisar apenas o currículo explícito do curso de graduação em engenharia de alimentos, uma vez que além dele existe também o currículo oculto. Sobre o currículo oculto, as contribuições de Michael Apple são referência no tema e apresentam importantes imbricações com este artigo.

Apple (1982) vê o currículo de uma instituição de ensino como algo não neutro, com uma forte relação com a estrutura e com os interesses da sociedade. Para ele, o currículo oculto seriam os aspectos relacionais, normas e valores ensinados tacitamente. Já a seleção de conteúdos, a estruturação do currículo e a organização escolar seriam os aspectos estruturais, isto é, o currículo explícito.

Por isso, mesmo optando por focar apenas o currículo explícito, em muitos momentos a análise faz referência ao currículo oculto. Isso porque, é impossível analisar separadamente as duas faces do currículo, pois uma determina e é determinada pela outra. Por isso, pode-se dizer que o ponto de partida foi o currículo explícito, mas a análise incluiu aspectos relativos ao currículo oculto também.

Uma segunda consideração a ser feita é em relação às ferramentas utilizadas para a análise. Dentro do campo dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, buscamos os autores que trataram sobre a questão da educação. É notável que apenas uma pequena parcela nesse campo se ocupe das questões educacionais. Dentre as

contribuições, foram escolhidas três formas de organizar a crítica da educação CTS em relação à educação tradicional: as contribuições de Gordillo e Galbarte (2002), Gordillo, Osório e Cerezo (2000) e Dagnino (2006). A primeira contribuição organiza as críticas segundo sete visões distorcidas da tecnociência, presentes na educação em ciências. A segunda contribuição apresenta a crítica segundo cinco dicotomias presentes na educação tecnocientífica. A terceira apresenta a crítica a partir da divisão de possíveis quatro visões da tecnociência.

Essas ferramentas de análise foram escolhidas por serem capazes, cada uma a seu modo, de sistematizar uma caracterização da educação tecnocientífica convencional. 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.

Após essas considerações, vamos de maneira sucinta apresentar a análise feita. A primeira etapa, como já dissemos, consistiu na criação de uma taxonomia para classificação das ementas das disciplinas.

A taxonomia proposta parte de três critérios, os quais surgiram de um primeiro contato com o currículo da FEA. Nesse primeiro contato, ainda de forma intuitiva e baseada, principalmente, na vivência do currículo como aluna do curso de graduação em engenharia de alimentos na FEA, algumas características gerais foram notadas. Para confirmar ou negar essas características, foram escolhidos os critérios: ênfase nos aspectos técnicos, aplicabilidade do conteúdo e flexibilidade da disciplina. As características percebidas geraram uma hipótese que será ou não confirmada ao final da análise. A hipótese da qual partimos é que o currículo é focado nos aspectos técnicos dos conteúdos, tem pouca flexibilidade e se estrutura de acordo com a separação entre disciplinas básicas e aplicadas.

Existem outras taxonomias possíveis, como a proposta nas diretrizes curriculares nacionais para o curso de graduação em engenharia, de 2002. No entanto, a taxonomia escolhida nos servirá não apenas para classificar as disciplinas mas também como instrumental para colocar à prova a nossa hipótese.

O primeiro critério, **ênfase nos aspectos técnicos**, classifica as disciplinas em dois tipos: com ou sem ênfase nos aspectos técnicos abordados. Uma crítica corrente aos cursos de engenharia é o tecnicismo³. Esse critério tem como objetivo evidenciar essa característica.

O segundo critério, **aplicabilidade do conteúdo**, divide as disciplinas em disciplinas básicas e disciplinas de aplicação dos conhecimentos básicos (aplicadas). Uma disciplina básica apresenta um conteúdo teórico que geralmente não está ligado à sua aplicação. Já as disciplinas aplicadas apresentam um uso para o conteúdo apresentado.

O terceiro critério, **flexibilidade da disciplina**, classifica as disciplinas quanto à flexibilidade na escolha dos conteúdos abordados e no enfoque a ser dado nesses conteúdos. O critério classifica as disciplinas em duas categorias: abertas ou

fechadas.

Um outro critério utilizado para uma classificação auxiliar das disciplinas é o foco da disciplina em relação ao setor industrial. Durante a análise feita, saltava aos olhos 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, um critério auxiliar foi introduzido, gerando duas novas categorias de disciplinas: de **aplicação industrial** e de **aplicação geral**. Esse critério, no entanto, não interferiu na classificação das disciplinas por tipos.

A partir da combinação dos três critérios, quatro tipos de disciplina foram gerados:

Tipo 1 – Básica: a partir da combinação dos três critérios, nesse tipo temos as disciplinas que têm ênfase nos aspectos técnicos, são básicas e fechadas. Ou seja, disciplinas com ênfase nos aspectos técnicos e que não apresentam aplicabilidade imediata para a engenharia.

Tipo 2 – Aplicada: as disciplinas classificadas como tipo 2 também são uma combinação dos três critérios. São disciplinas com ênfase nos aspectos técnicos, assim como as do tipo 1, mas que apresentam aplicação direta para a engenharia, isto é, são classificadas como aplicadas. Em relação ao terceiro critério, são disciplinas sem flexibilidade, portanto, fechadas.

Tipo 3 – Múltiplos aspectos: a principal característica das disciplinas reunidas neste tipo é a abordagem de aspectos não apenas técnicos dos conteúdos. Portanto, são disciplinas classificadas como sem ênfase nos aspectos técnicos. Nessas disciplinas, os aspectos sociais, ambientais, políticos etc. são relacionados com os conteúdos abordados. O segundo critério (aplicabilidade) será utilizado para uma posterior análise do grupo de disciplinas. São também disciplinas fechadas, com pouca ou nenhuma flexibilidade.

Tipo 4 – Aberta: Esta última categoria une disciplinas que, segundo o critério de flexibilidade, são classificadas como abertas. Isso significa que podem ter influência do aluno e/ou do professor na escolha da abordagem dos conteúdos propostos pela sua ementa. Podem ser disciplinas com ou sem ênfase nos aspectos técnicos. São disciplinas que propõem a realização de atividades práticas como estágios e elaboração de projetos. Todas elas são disciplinas de aplicação dos conteúdos básicos, por isso, são classificadas como aplicadas segundo o critério da aplicabilidade. É importante ressaltar que não existem, no currículo da FEA, disciplinas abertas e básicas.

A taxonomia construída foi utilizada para a classificação das disciplinas do currículo da FEA. Elas foram avaliadas segundo os tipos obtidos pela taxonomia e classificadas. Os quatro grupos de disciplina foram então quantificados e analisados segundo a sua distribuição ao longo do curso.

O quadro a seguir mostra a caracterização do currículo da FEA:

Tipo	Número de disciplinas	Disciplinas (%)	Créditos	Créditos (%)
1 – Básica	17	25,4	75	30,7
2 – Aplicada	37	55,2	123	50,4
3 – Mult. Aspectos	8	11,9	19	7,8
4 – Aberta	5	7,5	27	11,1
Total	67	100,0	244	100,0

Tabela 1 - Quantificação dos tipos de disciplina

O que mais chama atenção nesse quadro é a imensa maioria (cerca de 80% tanto em relação ao número de disciplinas, tanto em relação à quantidade de créditos) de disciplina com ênfase nos aspectos técnicos em detrimento de aspectos sociais, políticos, ambientais e etc.

O critério auxiliar utilizado (foco na indústria de alimentos) também foi levado em consideração. As disciplinas com aplicação industrial são 18 (equivalentes a 57 créditos) de um total de 67 (244 créditos no total). Em porcentagem, são 20,9% das disciplinas e 23,4% dos créditos. Se, desse total, excluirmos as disciplinas do tipo 1 (que, por serem básicas, não apresentam relação com sua aplicação), o percentual aumenta para 36% das disciplinas e 33,7% dos créditos.

A forma como os diferentes tipos de disciplina se distribuem no tempo é outro importante aspecto para a análise do currículo da FEA. Essa distribuição mostra como cada grupo se relaciona com o outro no tempo e qual é a sequência de disciplinas que a faculdade julga adequada.

Essa análise só foi possível pelo fato de existir uma sugestão para o cumprimento do currículo pleno de acordo com a semestralidade do curso. Isso significa que, para cada semestre, há uma sugestão no Catálogo de Graduação de que disciplinas o aluno deve cursar.

A distribuição dos tipos de disciplina ao longo do curso pode ser mostrada no gráfico a seguir:

Créditos dos tipos de disciplina por semestre

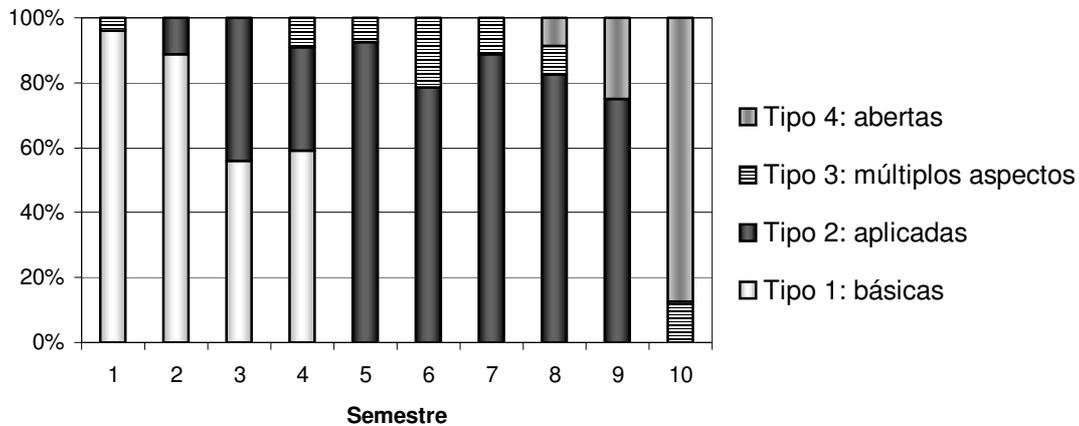


Figura 1 - Distribuição dos tipos de disciplina por semestre

Cada barra vertical no gráfico representa um semestre do curso e mostra a distribuição dos quatro tipos de disciplina. A partir do gráfico, pode-se notar que os tipos de disciplina estão organizados no tempo. Isto é, as disciplinas básicas estão concentradas nos quatro primeiros semestres, as disciplinas aplicadas do quinto ao nono semestre e as disciplinas abertas nos dois últimos semestres. Pode-se inferir, portanto, que o currículo da FEA está organizado de modo a que os alunos tenham contato primeiro com disciplinas básicas, depois aplicadas e por fim as disciplinas abertas, que são disciplinas práticas.

A partir dessa primeira caracterização, algumas considerações preliminares podem ser feitas. Em relação aos conteúdos, o currículo da engenharia apresenta imensa maioria de conteúdos técnicos. Dentro das disciplinas “técnicas”, há ainda um maior número de disciplinas aplicadas ou profissionalizantes do que de básicas.

Embora o currículo da FEA apresente esse padrão, existem exceções. Por isso, as disciplinas do tipo 3 merecem atenção. Elas aparecem ao longo de todo curso e em pequena quantidade. De maneira isolada, elas não poderiam ser consideradas como um grupo significativo de disciplinas. Porém, por serem as que mais se aproximam de uma visão ampla da técnica (relacionando-a com seus aspectos sociais, ambientais, etc) e por, aparentemente, não serem planejadas, podem ser consideradas como fissuras ou “falhas no sistema”. Esse grupo de disciplina, por isso, expõe o caráter contraditório do próprio currículo. As ementas, assim como o currículo como um todo, escondem contradições. Isso era de se esperar quando se olha para o currículo como resultado de um processo histórico e social complexo relacionado com o processo histórico da própria faculdade.

Em relação às disciplinas que focam sua aplicação na indústria, fica claro que a instituição deu preferência à formação de profissionais que atuem na grande indústria de alimentos em detrimento de outras possibilidades de atuação. É preciso,

além de caracterizar o currículo, apontar as decorrências dessas características. O termo indústria de alimentos já contém um viés implícito: o aspecto industrial da atividade, que exclui o aspecto artesanal ou coletivo (auto-organização), exclui as atividades sem a finalidade de lucro e sem orientação para o mercado. Gordillo e Galbarte (2002), sobre esse tema, dizem que as aulas práticas da educação tecnológica se baseiam não nas técnicas artesanais, mas nas tecnologias industriais devido à divisão existente entre ciência e tecnologia. A atividade tecnológica seria diferente da atividade artesanal justamente pelo caráter científico que a primeira tem, e a segunda, não. Para a atividade tecnológica seria necessária uma carga teórica que a atividade artesanal (baseada na intuição e na tentativa e erro) não tem. Segundo os autores essa é uma visão que parte da valorização do conhecimento científico em detrimento do conhecimento artesanal. E essa valorização reforça a hierarquização da relação existente entre teoria e prática e entre ciência e tecnologia, como se as primeiras fossem necessárias como um primeiro passo para que as segundas fossem possíveis e de qualidade. Essa visão reforça a cisão entre teoria e prática e valoriza a primeira em relação à segunda.

Com essas informações, pode-se apresentar uma caracterização geral do curso de graduação em engenharia de alimentos da FEA.

1. É um curso tecnicista: essa característica está ligada à imensa maioria de conteúdos puramente técnicos e à ausência de determinadas disciplinas indicadas pelo Ministério da Educação, nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia como humanidades, comunicação, metodologia de pesquisa, administração etc. (BRASIL, 2002).

2. 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. Por fim, o tempo livre ao final do curso, para a realização, entre outras atividades práticas, de estágios demonstra uma visão de que a prática só tem valor se embasada e precedida pela teoria.

3. 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 e, além disso, não há atividades de extensão previstas no decorrer do curso.

4. 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 (não importando para que será usado) ou com foco na indústria de alimentos, deixando de lado outras possibilidade de atuação como grupos populares, artesanais e que não sejam orientados pelo mercado.

O campo CTS e a educação

As questões levantadas há mais de 40 anos pelo campo 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 de ensino utilizadas.

Um ponto fundamental para o entendimento da crítica que faz a abordagem proporcionada pelo campo CTS e a educação é a neutralidade tecnocientífica. Isso porque a visão que se tem da tecnociência determina 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.

Essa, porém, não é uma afirmação trivial. Para desenvolver o argumento aqui exposto é necessário aprofundar o que se entende por neutralidade tecnocientífica. Dagnino (2002) coloca essa questão no trecho a seguir:

A idéia da neutralidade parte de um juízo fundacional difuso, ao mesmo tempo descritivo e normativo, mas abarcante e potente, de que a C&T não se relaciona com o contexto no qual é gerada. Mais do que isto, que permanecer dele sempre isolada é um objetivo e uma regra da “boa ciência”. E, finalmente, que ela pode de fato ser isolada. Ao entender o ambiente de produção científico-tecnológica como separado do contexto social, político e econômico, esta idéia torna impossível a percepção de que os interesses dos atores sociais de alguma forma envolvidos com o desenvolvimento da C&T possam determinar a sua trajetória. (DAGNINO, 2002).

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 a educação tecnocientífica e justifica a educação descontextualizada a que fiz referência. Seguindo a lógica da neutralidade, a educação transmite verdades tecnocientíficas inquestionáveis.

A formação convencional que a educação CTS critica e busca transformar está diretamente relacionada com a visão neutra da tecnociência, que o campo CTS busca desmistificar. Há, no entanto, outros aspectos que caracterizam a visão convencional da tecnociência. Além da neutralidade, a essencialidade, o triunfalismo, universalismo, etc. Escolhemos focar na neutralidade por acreditar que ela é, em grande medida, mas não apenas, responsável pela manifestação das outras características. Quando a tecnociência é entendida como neutra, conseqüentemente, é tida como universal, pois se ela não carrega os valores e interesses do contexto no qual foi desenvolvida, poderia ser usada para qualquer finalidade e em qualquer lugar, sem prejuízos. Os outros aspectos da visão convencional da tecnociência apresentam especificidades em relação à neutralidade e precisam ser levados em consideração, mas não são determinantes para a análise aqui proposta.

Colocada essa primeira convergência entre educação e o campo CTS, buscaremos aprofundar as relações existentes entre eles.

Críticas da Educação CTS

O campo CTS busca estudar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade ou, como diz Cerezo (1998), entender a ciência e a tecnologia a partir de seu contexto social, em relação tanto aos seus condicionantes sociais quanto às suas conseqüências sociais e ambientais. Como vimos, essa busca se coloca em choque com a visão clássica da neutralidade da ciência. A visão alternativa da tecnociência que o campo CTS defende é apresentada por Cerezo (1998):

A chave se encontra em apresentar a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, mas sim como um processo ou produto inerentemente social em que os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação (CEREZO, 1998, p 44).

Ainda segundo Cerezo (1998), o campo CTS surge com duas principais vertentes: a européia e a estadunidense. A européia teve início nos estudos das determinações históricas e sociais que condicionam o desenvolvimento científico e tecnológico, com acentuado enfoque na construção social da ciência e da tecnologia e com forte influência da sociologia do conhecimento e da filosofia da ciência. Por sua vez, a estadunidense ocupa-se mais diretamente com os aspectos práticos das implicações sociais da tecnociência. Ou seja, a primeira trata dos antecedentes, e a segunda, das conseqüências. Hoje, porém, essas distinções são menos marcadas, e há autores que incorporam ambas as perspectivas. Atualmente, os estudos CTS, ainda que de forma distinta, rechaçam a imagem da ciência como uma atividade pura, criticam a visão da tecnologia como aplicação da ciência e condenam a tecnocracia.

Sobre a trajetória do campo CTS na América Latina, Vacarezza (1998) aponta seu surgimento no final da década de 1960 e uma forte ligação da reflexão sobre ciência e tecnologia com as políticas públicas. No entanto, se para o autor existe uma unidade no movimento, não se pode dizer o mesmo sobre a homogeneidade. O campo, na América Latina, se caracteriza por ser multidisciplinar e apresentar uma variedade de objetivos e problemas de análise. Representa uma união de perspectivas para tratar de um objeto, mas não uma fusão entre essas perspectivas. Por isso o autor diz que são tratados diversos problemas por diversas disciplinas. A educação é (dentro de um grupo maior que o autor denominou “impacto social da mudança tecnológica”) uma área que, na América Latina, recebeu pouca atenção e não esteve sistematicamente vinculada à problematização geral do movimento CTS.

Sutz (1998), por sua vez, apresenta o surgimento do pensamento latino-americano em CTS como uma resposta local aos questionamentos colocados pelos

estudos CTS na Europa e nos EUA. Esse movimento, então, teria como objetivo discutir uma temática já existente em outros países e até então ignorada pela região.

O surgimento do campo CTS, especificamente o surgimento do campo CTS na América Latina, também é objeto de análise de Dagnino (2005). Nesse artigo, o autor explora a trajetória do campo CTS em três países: Brasil, Argentina e Espanha ao longo das últimas quatro décadas. Nele o autor chama atenção para a

diferente apreciação, dos autores dos países avançados e também da Espanha, por um lado, e dos latino-americanos, por outro, acerca da produção dos pesquisadores que, desde o PLACTS⁴, inclusive, tratam de temas ligados à relação CTS na América Latina (...) Os primeiros ou não se referem a ela ou, embora a conheçam, não a consideram como pertinente à categoria ECTS. (DAGNINO, 2005, p. 12).

A partir dessa constatação, o autor argumenta que a tradição latino-americana (principalmente Brasil e Argentina, durante as décadas de 1960 e 1970) deve ser considerada, ao lado das tradições estadunidense e européia, como precursora dos ECTS. Ele aponta também que o campo na América Latina surge com especificidades. A respeito do foco do campo estar na política de ciência e tecnologia e não na educação, Dagnino afirma que essa característica é mais uma consequência de uma determinada leitura da conjuntura da região do que uma “falta de atenção” por parte de seus fundadores. Enquanto na Europa e nos EUA o campo CTS surge com foco na ação indireta, na América Latina o foco é a ação direta. Essa diferença de foco, ainda segundo o autor, pode ser explicada por meio da comparação da situação política dos referidos países:

A opção dos fundadores do PLACTS, de privilegiar a atuação direta, via PCT⁵, e não indireta, da educação e da participação pública na ciência, diferentemente do que ocorreu na Europa (incluindo aí a Espanha) e, ainda que em menor medida, nos EUA, talvez se explique pela percepção da distância que separava sua sociedade – autoritária e periférica – do ideal até hoje não alcançado naqueles países da democratização da PCT. (DAGNINO, 2005, p. 42).

Em todas as vertentes do campo CTS, é reconhecido como objetivo desmistificar a visão neutra da tecnociência. A partir dessa crítica, o campo CTS propõe formas de avaliação e controle social do desenvolvimento 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. A tecnociência, quando considerada a partir de sua interação com a sociedade, pressupõe uma educação

tecnocientífica também na perspectiva CTS. Isto é, uma educação tecnocientífica que não apresente a tecnociência como neutra, mas condicionada por valores e interesses e, por isso, passível de questionamento e permeada por escolhas.

A educação, como já foi dito, é um dos objetos dos estudos CTS. Cerezo (1998) organiza os estudos CTS em três principais campos: pesquisa, políticas públicas e educação. Dentro do campo educação CTS há também subdivisões, ligadas às especificidades do ensino secundário e do ensino superior, da educação científica ou educação tecnológica e dos métodos utilizados.

O movimento CTS tem 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. Existem diversas maneiras de organizar a crítica da educação CTS em relação à educação convencional em tecnociência. Foram escolhidas três formas. As duas primeiras são críticas organizadas especificamente para a educação tecnocientífica. A terceira contribuição é uma crítica organizada para o campo CTS de maneira geral. As três críticas serão utilizadas como instrumental para análise do currículo da FEA.

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 tecnocientífica convencional. Foram utilizadas as contribuições de Gordillo e Galbarte (2002), Gordillo, Osório e Cerezo (2000) e Dagnino (2006).

A primeira crítica, elaborada por Gordillo e Galbarte (2002), parte de uma contribuição elaborada por 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. Essa superação, segundo os autores, tem espaço privilegiado na educação, uma vez que é nela (mas não apenas nela) que os cidadãos formam as imagens sociais acerca da atividade científica. São elas:

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

A segunda contribuição é apresentada por Gordillo, Osório e 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:

- 1) Teoria vs. Prática;
- 2) Saberes vs. Valores;
- 3) Especialistas vs. Leigos;
- 4) C&T vs. Humanidades;
- 5) 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:

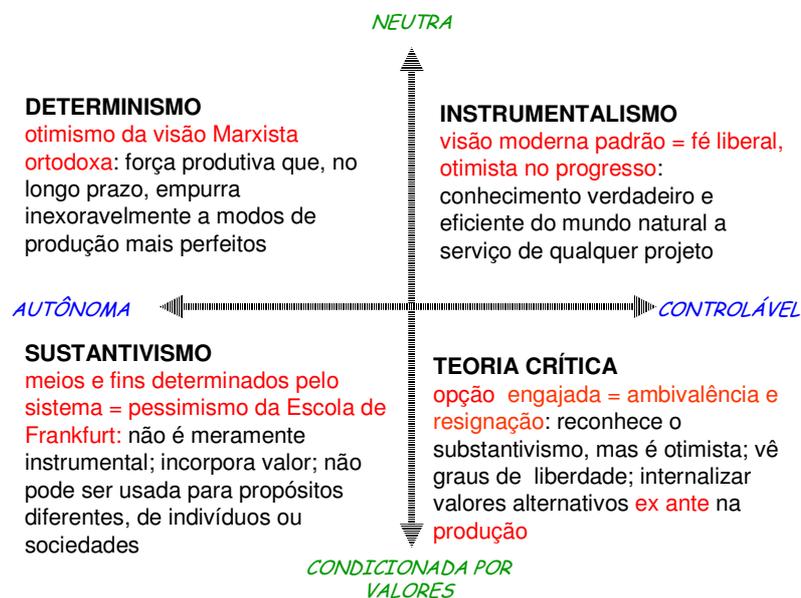


Figura 2 - Visões da tecnociência

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).

As duas primeiras análises 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 fortemente influenciado pela “concepção instrumentalista da tecnociência”, segundo a qual, independentemente do foco do curso, a engenharia de alimentos poderia ser aprendida da mesma forma e usada, sem prejuízos, para qualquer projeto político.

Considerações finais

Tanto a primeira quanto a segunda crítica, com as devidas ressalvas em relação à limitação de a análise incluir apenas o currículo explícito da faculdade, mostram que as visões distorcidas da tecnociência e as dicotomias estão presentes no currículo da FEA.

Por sua vez, a terceira crítica 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. A **visão instrumentalista da tecnociência** é baseada na visão moderna padrão da tecnociência, caracterizada pela “fé liberal otimista no progresso”. Em decorrência dessa visão a educação tecnocientífica poderia ser ensinada da mesma maneira, sem contextualização, independentemente do seu propósito.

A conclusão que se pode tirar, a partir do resultado da comparação das três análises com a caracterização feita do currículo, é que as críticas feitas pela educação CTS são pertinentes ao curso de graduação da FEA.

Isso nos permite dizer que o currículo (conteúdos e organização) traz implícita uma visão de tecnociência e que essa visão é contraditória com a visão que tem o campo CTS que objetiva, principalmente, o entendimento da tecnociência como socialmente construída, permeada por controvérsias e que carrega valores e interesses do contexto no qual é desenvolvida. Por isso, é possível inferir que o currículo da FEA é baseado na visão neutra da tecnociência.

Uma outra característica do curso deve ser objeto de uma análise mais detalhada. Se o curso privilegia a indústria de alimentos em seu currículo, é possível dizer que ele dificulta a atuação de engenheiros segundo outra lógica que não a industrial. Essa característica se vista de maneira isolada pouco diz sobre o currículo da FEA. Contudo, quando somada à visão socialmente referenciada do campo CTS da tecnociência, ela evidencia que o egresso do curso estará mais apto a trabalhar sob a lógica da indústria do que outra lógica qualquer. Isso porque, a formação recebida pelo engenheiro precisará ser adequada, ou reprojeta, se este for atuar com outras demandas da sociedade. Por isso, se a tecnociência carrega os valores e interesses do contexto na qual é desenvolvida, se ela é ensinada privilegiando os valores e interesses de um segmento, podemos inferir que o curso da FEA não é plural.

O debate sobre a formação do engenheiro tem se dado principalmente em relação ao anacronismo/inadequação do currículo das diversas modalidades de engenharia e, freqüentemente, a solução encontrada é a adição de conteúdos humanísticos ao currículo para uma atuação ética do profissional.

A grande maioria das críticas à formação do engenheiro aceita, sem questionamentos, a caracterização que quem fez o currículo pensou. Essas críticas sugerem adição de conteúdos e/ou disciplinas com formatos alternativos (participativas, integradoras), mas não questionam pontos característicos da forma de ensinar engenharia. A maneira convencional (e predominante) de ensinar engenharia (e de ensinar tecnociência em geral) é passível de outros questionamentos. Até que ponto essa maneira de ensinar, de organizar os conteúdos, de uma forma muito sutil, quase subliminar, não está passando para os estudantes uma visão segmentada, autoritária e elitista?

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”.

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?).

Esse diagnóstico traz um desafio. Isso porque essa problematização deve ser ampliada para outras faculdades e para as outras modalidades da engenharia. Características semelhantes foram constatadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, de 2002.

Por isso, acreditamos que a educação CTS deve promover as bases educativas para que engenheiros sejam capazes de agir indo à raiz do problema e de reprojeter⁶ a tecnociência segundo a sua visão de mundo. O que falta na formação da engenharia não é a adição de conteúdos de humanidades nem ética na sua atuação. A contribuição da Educação CTS para a formação de engenheiros está em evidenciar a visão de tecnociência que estrutura tanto o currículo quanto a atuação em engenharia. Partindo do entendimento da tecnociência como não neutra, será possível propor caminhos alternativos de atuação dos engenheiros e engenheiras.

Alavancar uma sociedade alternativa, baseada em outros valores, interesses e atores, exige do engenheiro uma reflexão profunda sobre a neutralidade da tecnociência e a relação que esta tem com as forças que estruturam a sociedade.

Referências Bibliográficas

APPLE, Michael. **Ideologia e currículo**. São Paulo: Brasiliense, 1982.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 5, n. 2, p.337-355, 2006.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Florianópolis: Edusfsc, 1998. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/walter01.htm>>. Acesso em: 5 maio 2007.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; VON LINSINGEN, Irlan. **Educação Tecnológica: Enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: Edusfsc, 2000. 173 p.

CARVALHO, Sonia M. Tilkian de. **Evolução da capacidade científica e tecnológica na área de alimentos no Brasil: um estudo de caso**. 1990. 278 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, Campinas, 1990.

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

DAGNINO, Renato. Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: Neutralidade e Determinismo. *Datagrama*, v. 3, n. 6, 2002.

DAGNINO, Renato ; NOVAES, Henrique. **O Fetiche da Tecnologia**. *Org & demo*, Marília, v. 1, n. 4, p. 30-51, 2004.

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.

DAGNINO, Renato. **Os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Política Científica e Tecnológica:** buscando coerência na Ibero-América. Campinas, 2005. 104 p. [Ainda não publicado].

FEENBERG, Andrew. **Transforming Technology.** Oxford University Press, 2002.

FERRAZ, Hermes. **A formação do Engenheiro:** Um questionamento humanístico. São Paulo: Ática, 1983. (Ensaio, 89).

FRAGA, Lais Silveira. **O Curso de Graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP:** uma análise a partir da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2007.

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.

LEVY, Clayton. Inovação marca nascimento da FEA. **Jornal da Unicamp**, Campinas, p. 5. 13 a 16 abr. 2006. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2006/ju318pag5.html>. Acesso em: 13 maio 2007.

LUJÁN, José L.; 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.

Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002:** Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2006.

NOVAES, Henrique Tahan. **Para além da apropriação dos meios de produção? O Processo de Adequação Sócio-Técnica em Fábricas Recuperadas.** 2005. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, Campinas, 2005.

OSORIO, Carlos. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad.: aproximaciones y experiencias para la educación secundaria.

Revista Ibero-americana de Educação, Madri, n. 28, Jan-Abr 2002.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. 1997. (Edição original, 1959).

SUTZ, Judith. Ciencia, Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s.i.], n. 18, p.145-169, set. 1998. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a06.htm>>. Acesso em: 5 maio 2007.

TILKIAN, Sonia M. **Evolução da capacidade científica e tecnológica na área de alimentos no Brasil: um estudo de caso**. 1990. 278 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, Campinas, 1990.

VACAREZZA, Leonardo Silvio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s.i.], n. 18, p.13-40, set. 1998. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a01.htm>>. Acesso em: 5 maio 2007.

VILCHES, A., FURIO, C. Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 1999. Disponível em <http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo2.htm>. Acesso em 08 dez. 2002.

von LINSINGEN, Irlan . **CTS na educação tecnológica: tensões e desafios**. In: I Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación CTS+I, 2006, México D.F.. Memórias del Congreso Ibero CTS+I, 2006. v. 1. p. 1-14.

¹ Engenheira de alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, doutoranda em Política Científica e Tecnológica e pesquisadora extensionista (Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares) na mesma universidade.

laisfraga@ige.unicamp.br

² Escolhemos, neste artigo, utilizar, em vez da expressão “ciência e tecnologia”, a palavra “tecnociência”. As razões dessa escolha passam pelo fato de a expressão “ciência e tecnologia” já apresentar em si uma separação entre ciência e tecnologia e uma sugestão de que a tecnologia é uma aplicação da ciência. Acredito que essa separação não só se torna a cada dia menos relevante mas, principalmente, incoerente com o campo dos Estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nuñez (2000, citado por Dagnino 2006) corrobora 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”.

³ Quando afirmo que uma disciplina tem ênfase nos aspectos técnicos, quero dizer que ela separa os aspectos considerados puramente técnicos de outros aspectos relacionados aos conteúdos abordados. O tecnicismo significaria, a partir dessa idéia, que o curso de maneira geral não aborda os conteúdos a partir de suas relações sistêmicas com a sociedade. E, por isso, a contextualização feita se dá dentro de um universo restrito no qual alguns fatores são tratados com ênfase em detrimento de outros, geralmente, políticos, sociais e ambientais.

⁴ PFACTS é a sigla de Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

⁵ PCT é a sigla para Política Científica Tecnológica.

⁶ Os termos “reprojetar” é uma derivação da tradução da palavra “*redesign*” utilizada por Andrew Feenberg (2002). A tradução foi feita por Dagnino e Novaes (2004), que também utilizam a expressão “adequação sociotécnica”. Novaes (2005) afirma: “Ao invés de atribuir à técnica atual uma eficiência incontestável, Feenberg propõe um radical redesenho tecnológico que incorpore e harmonize, na configuração tecnológica, outras variáveis, tais como participação democrática no processo de trabalho, variáveis ambientais, critérios de saúde no trabalho, do impacto da técnica na saúde dos consumidores e desenvolvimento das potencialidades intelectuais dos trabalhadores.” (NOVAES, 2005, p. 83)