

DIMENSÕES DA INTERDISCIPLINARIDADE NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

Irlan von Linsingen – linsingen@emc.ufsc.br

UFSC – CTC – EMC

NEPET (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica)

CEP: 88.040-900 – Florianópolis – SC – Brasil

Resumo: Tema já recorrente na área técnica, a interdisciplinaridade está associada ao entendimento de que o aumento da complexidade do conhecimento tecnocientífico extravasa a competência exclusiva das disciplinas, tendo se transformado num conceito de uso comum na engenharia, concordante com o de outras áreas do conhecimento, mas com uma demarcação tácita, qual seja, a interdisciplinaridade técnica. Esta pode favorecer uma formação ligada ao processo inovador e à criatividade de caráter coletivo, afinada com uma visão artefactual da tecnologia, e tem sido fortemente incentivada no meio tecnológico. Numa perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), tal enfoque da interdisciplinaridade encerra também uma tensão que se manifesta na ação interdisciplinar que se dá fora do campo de competência exclusivo dos especialistas, na medida que fortalece a idéia de primazia da técnica e de neutralidade decisória, que emergem nas argumentações amparadas no consenso de especialistas técnicos.

Aspectos das dimensões subjacentes da interdisciplinaridade, suas implicações sociotécnicas mais abrangentes e possíveis conseqüências para o ensino de engenharia são analisados neste artigo.

Palavras-chave: Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Educação Tecnológica, Currículo.

1. CONSTRUINDO UM MUNDO

O ensino de engenharia no Brasil possui uma estrutura direcionada essencialmente para a formação de indivíduos dotados da capacidade de resolver problemas com eficácia e rapidez. Mas, admitamos ou não, todos os envolvidos com os processos de mudança tecnológica participam de um projeto de envergadura muito maior: o da construção de um mundo para a espécie humana e, em tese, aparentemente também para as demais espécies.

A engenharia é uma atividade que possibilita alcançar um *status* social destacado. É de se esperar que pessoas busquem essa profissão como modo de ascender socialmente, e financeiramente. Outrossim, existem certas características adquiridas, como o desejo de ordem, a orientação para o pensamento quantitativo, o fascínio pela construção e manipulação de objetos, que provavelmente devem auxiliar a escolha dessas pessoas pela profissão técnica (Winner, 2000). Nesse sentido, muitas são as razões socioculturais que levam as pessoas a se interessarem por essa profissão e pela técnica.

A formação adquirida e os postos de trabalho que assumem colocam os engenheiros em posição privilegiada no que se refere à compreensão e interferência no processo de construção mundial. Nitidamente, através das diferentes especialidades, estariam em condições de

perceber antecipadamente as perspectivas de mudança, realizar prospecções e participar ativamente, como classe, dos processos de escolha de rumos tecnológicos sintonizados com as opções que poderiam produzir um mundo socialmente mais tolerável. Entretanto, o tipo de formação parcelar e as condições de trabalho a que são submetidos limitam sua capacidade de ver, através das suas capacitações, suas implicações mais amplas.

O ensino de engenharia dedica-se corretamente a formar indivíduos com elevada capacidade técnica, simultaneamente fomentando e intensificando a fixação das tendências culturais ao pensamento quantitativo e linear, fragmentário e tecnicizado daqueles que buscam essa profissão. Não cuida de modo explícito daqueles aspectos em que os alunos costumam ser mais deficientes, ou seja, da compreensão das interações da técnica e da tecnologia com a sociedade, da capacidade de ver de forma crítica sua profissão e o seu objeto de trabalho, e da capacidade de comunicação e expressão, que poderiam torná-los mais aptos a ter voz e papel relevantes na esfera pública.

No contexto aqui adotado, é considerado também que esse ensino não trabalha a capacidade de reconhecer as diferenças socioculturais que favorece a compreensão dos aspectos social e cultural da tecnologia, de tal modo a que o caráter interdisciplinar dê sentido à negociação que se apregoa como necessidade para o engenheiro, elevando a um nível de possibilidades de transformação do próprio objeto da engenharia.

Os estudantes costumam sair das escolas de engenharia, mesmo daquelas que pelos critérios atualmente estabelecidos são consideradas melhores, preparados para aceitar desafios “técnicos”, mas sem preparo adequado para pensar por eles mesmos como cidadãos em uma sociedade democrática. Essa disjunção pode estar centrada em pressupostos que orientam as atividades e atitudes acadêmicas, bem como em políticas de fomento institucionais.

Para Winner, “não se costuma fomentar a perspectiva de uma sociedade na qual os que têm conhecimentos técnicos examinem as possibilidades de construção do mundo em seus próprios campos de especialidade com pessoas alheias a suas organizações ou áreas” (Winner, 2000, p. 182), ou seja, que sejam capacitados a assumir atitude interdisciplinar própria a qualquer atividade que provoca interferências sociais, ou, mais amplamente, a experiência da democracia.

Não se trata da mera localização e visão do poder que o conhecimento técnico pode conferir a seus detentores. Uma formação estruturada em bases sociotécnicas pode estar associada à “transmissão de poder social” (Fourez, 1995) também para os especialistas técnicos, o que constitui uma opção sociopolítica que pressupõe assentar-se numa base ética.

Atualmente, dada a evidente intensificação dos processos de transformação tecnológica, e a centralidade da tecnologia nas relações sociais, reforçou-se a idéia de que é necessário para o desempenho adequado da função de engenheiro combinar um sólido conhecimento técnico-científico com a vontade perene de resolver problemas práticos com eficiência e criatividade (Winner, 2000; Moraes, 1999). A conjugação desses quatro critérios permite formar um engenheiro aceitável para uma determinada visão de inserção social desse profissional. Falta, contudo, associar formalmente a esses critérios uma dimensão essencial existente, mas deslocada: a dimensão sociocultural e essencialmente humana da tecnologia. Como pode um engenheiro sem essas características participar plenamente – com consciência – do processo de desenvolvimento de uma sociedade?

Essa pergunta remete imediatamente a outra, não tão elementar quanto possa parecer aos iniciados na profissão de ensinar as técnicas: a que tipo de desenvolvimento concerne a atividade da engenharia?

2. O CARÁTER DA INTERDISCIPLINARIDADE DA ENGENHARIA

As realizações atribuídas à engenharia e associadas com uma melhoria potencial da qualidade de vida são de tal ordem de grandeza que seria impraticável enumerá-las. A historiografia costuma apresentar apenas aquelas que mais se destacaram, seja pela

imponência, pelos imensos desafios à capacidade de engenhar e de construir que certos artefatos simbolizaram em momentos históricos determinados, pelos significados simbólicos para culturas particulares ou para a humanidade, pelo impulso ao crescimento econômico e à transformação social que facilitaram ou motivaram, ou pelo que representam em termos de distribuição de poder entre diferentes culturas e sociedades.

Tais empreendimentos, todavia, só se materializam na confluência de muitos campos do saber disciplinar (e também não-disciplinar) não apenas técnico da engenharia, que caracterizam a prática tecnológica, denunciando aí uma imbricação que aponta para a natureza complexa dessa atividade. Os diferentes aspectos dessa complexidade relacional, que se fundem num modelo de sociedade atualmente em destaque, indicam o caráter intrinsecamente interdisciplinar e transdisciplinar da atividade engenheiril que caracterizam a sua importância e vitalidade social.

Esses indicativos de relevância, avalizados pela percepção pública de que a engenharia é uma atividade que se torna cada vez mais vital para a sobrevivência e hegemonia humana no planeta, sugerem que os engenheiros deverão estar sempre, por formação e por contingência, envolvidos com esse desígnio. Se por um lado isso premia os engenheiros com o reconhecimento social da sua importância, o que é gratificante para uma atividade árdua, por outro, coloca o desafio da responsabilidade de contribuir para a construção de um mundo que seja socialmente mais justo, o que implica o compromisso inalienável de contribuir para o bem-estar da humanidade como totalidade, e das sociedades em particular. Responsabilidade essa que não se restringe à simples aceitação tácita do compromisso com o bem-estar ou à idéia de que ele é imanente na técnica.

É preciso considerar também que o uso desse conhecimento depende de interpretações diferenciadas daquele compromisso com o bem-estar. A engenharia nos presenteia com artefatos maravilhosos, com níveis de sofisticação inimagináveis há até alguns anos (ou que eram vistos como ficções), que alteram nossa tradicional percepção espaço-temporal e nossas identidades, que nos libertam das tarefas mais árduas, das fragilidades da vida ou simplesmente daqueles afazeres cotidianos mais básicos (para os quais sequer prestamos atenção), com a mesma desenvoltura, quicá menos, que nos apresenta ultra-sofisticadas e temíveis armas de destruição em massa ou com produtos que ameaçam a integridade ambiental. Em ambos os casos se podem associar os artefatos com o ideal de bem-estar, dependendo da interpretação que se faça dos meios para se atingir os fins.

Não há dúvida, portanto, que a atividade da engenharia interfere de forma notável na vida das sociedades e no meio ambiente. Simultaneamente, convivemos com a incômoda sensação de que nossas produções, como meios, favorecem a exploração, a expropriação, o autoritarismo, a tecnocracia, a destruição humana e ambiental..., sob a égide de uma hegemonia de fins.

A explicitação dessa enorme tensão que permeia as relações da engenharia com seu entorno indica que a forma como temos tratado essa atividade promove, ao contrário do almejado, um fechamento profissional dificultando ver além dos seus aspectos mais aparentes, a complexidade relacional que se manifesta nas suas entranhas. Trata-se, assim, não de estabelecer o compromisso, posto que é evidente, está expresso na sua definição formal e é renovado nos juramentos das formaturas, mas de buscar explicitar a natureza do comprometimento social e das referências da engenharia e do seu ensino num contexto de mudanças estruturais, ou seja, de procurar compreender o que dificulta a mudança de enfoque teórico que permita considerar, formalmente, no seu ensino, a engenharia como produção socialmente comprometida e referenciada além dos seus aspectos mais superficiais e, portanto, com conotação diversa do usualmente adotado como balizador dos procedimentos, ampliando substancialmente as possibilidades e o caráter das suas produções.

Assumimos na engenharia uma confiança crescente no acerto de nossas produções técnicas, em grande parte por decorrência do aumento da precisão que se assenta nas certezas advindas do aprimoramento do conhecimento científico-tecnológico. Essa mesma confiança

na racionalidade tecnocientífica, necessária sem dúvida para a solução dos problemas de engenharia, mas não suficiente, parece também ser adotada no nosso relacionamento exotérico, fora das supostas fronteiras da especialidade técnica.

É nesse relacionamento que se funda uma crise do conhecimento interdisciplinar da engenharia. É difícil compreender que nossas produções, apesar de se apresentarem cada vez melhores e mais sofisticadas tecnicamente, não se traduzem necessariamente – e automaticamente – em crescente melhoria das condições de vida da sociedade, ou em bem estar social, e podem mesmo estar na origem de conflitos sociais graves e catástrofes ambientais.

Vivemos assim uma ambígua relação com a sociedade. Somos parte dela, experienciamos os mesmos problemas, mas temos dificuldades de aceitar que em parte isso se deve às nossas produções, ou, talvez ainda mais importante, a uma provável incapacidade de negociar com os atores sociais que não operam com o mesmo tipo de racionalidade técnica que adquirimos na formação acadêmica. Dessa forma, o sentido da interdisciplinaridade aqui explorado engloba tanto os aspectos disciplinares tradicionais da área técnica, quanto os das inter-relações das disciplinas técnicas com seu entorno social e ambiental.

3. DIMENSÕES DA INTERDISCIPLINARIDADE PARA A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

O tema da interdisciplinaridade, já recorrente na área técnica, está ligado à constatação de que o aumento da complexidade do conhecimento científico-tecnológico extravasa a competência exclusiva das disciplinas, de modo que se transformou num conceito de uso comum na engenharia, de resto concordante com o de outras áreas do conhecimento, mas com uma demarcação tácita, qual seja, a interdisciplinaridade técnica. Este enfoque da interdisciplinaridade possui a sua importância e não pode ser menosprezado, dado que tal forma de inter-relação possibilita novas realizações tecnológicas que de outro modo seriam obstaculizadas. Mas encerra, implicitamente, uma tensão que se manifesta na ação interdisciplinar que se dá fora do campo exclusivo das competências técnicas, na medida que fortalece a idéia de primazia da técnica e de neutralidade decisória, porque formada sob a égide de um consenso de especialistas técnicos.

Jantsch e Bianchetti chamam a atenção que seria “impensável a interdisciplinaridade sem a base que a possibilita, ou seja, as disciplinas” (Jantsch e Bianchetti, 1995, p. 21), o que reforça o argumento de que tanto a disciplinaridade quanto a interdisciplinaridade, estabelecidas historicamente, são construções humanas que se entendem como necessárias.

Ademais, há que se considerar que “a interdisciplinaridade, enquanto princípio mediador entre diferentes disciplinas, não poderá jamais ser elemento de redução a um denominador comum, mas elemento teórico-metodológico da diferença e da criatividade. A interdisciplinaridade é o princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, da compreensão dos seus limites, mas, acima de tudo, é o princípio da diversidade e da criatividade” (Etges, *apud* Jantsch e Bianchetti, 1995, p. 14).

Numa perspectiva antropológica, Severino propõe um redirecionamento do sentido da interdisciplinaridade, considerando que o saber, “ao mesmo tempo que se propõe como desvendamento dos nexos lógicos do real, tornando-se então instrumento do fazer, ele se propõe também como desvendamento dos nexos políticos do social, tornando-se instrumento do poder. Por isso mesmo o saber não pode se exercer perdendo de vista esta sua complexidade: só pode mesmo exercer-se interdisciplinarmente. Ser interdisciplinar, para o saber, é uma exigência intrínseca, não uma circunstância aleatória. Com efeito, pode-se constatar que a prática interdisciplinar do saber é a face subjetiva da coletividade política dos sujeitos. Em todas as esferas de sua prática, os homens atuam como sujeitos coletivos” (Severino, 1995, p. 172).

No contexto aqui tratado a interdisciplinaridade é vista não apenas como uma relação que se estabelece entre diferentes disciplinas da área técnica em um processo de intercâmbios supostamente neutro, o que mascara as questões políticas que lhe são subjacentes. Pelo contrário, ela se mostra como “uma prática essencialmente ‘política’, ou seja, como uma *negociação* entre diferentes pontos de vista, para enfim *decidir* sobre a representação considerada como adequada tendo em vista a situação” (Fourez, 1995, p. 137).

4. ESPECIALIDADE, INTERDISCIPLINARIDADE E TECNOCRACIA

Um aspecto que pela sua presença marcante na atividade da engenharia, e pela sua relação com as considerações precedentes, não pode deixar de ser abordado quando se fala de interdisciplinaridade é o da assunção de atitude tecnocrática nas interações entre o detentor de conhecimento especializado e outros atores sociais (e mesmo nas interações entre diferentes grupos de especialistas). Pela própria estrutura de formação e sua aceitação social, os engenheiros são instados a assumir posturas tecnocráticas nas tomadas de decisão sobre assuntos técnicos *stricto sensu*, constituindo o pressuposto da primazia da decisão tecnocrática um obstáculo que inibe fortemente a participação democrática do engenheiro.

4.1 Tecnocracia: de solução a problema

Entre as influências sociopolíticas da tecnologia, uma das construções históricas mais importantes do século 20 foi a da tecnocracia. O legado de Saint-Simon e Comte, vendo os cientistas e industriais como as novas classes dirigentes da sociedade positiva e do sistema industrial, consolidou-se de tal forma que hoje é bastante difícil identificá-la com seus efeitos mais nocivos. Como movimento social teve seu auge na década de 1930, apresentando-se como alternativa tanto para o capitalismo quanto para o socialismo.

Os engenheiros viram-se desde cedo identificados com a ação tecnocrática, mesmo antes de sua consolidação no século 20. Na Europa do século 18, particularmente na França, de onde importamos os modelos de formação em engenharia, os engenheiros estiveram fortemente vinculados às elites e aos sistemas de governo como funcionários, ligados a atividades tanto de definição das políticas científico-tecnológicas, quanto de implementação de sistemas técnicos de alcance público.

A tecnocracia se estabelece, desse modo, como solução para os problemas sociais, de cujas definições e soluções o público não poderia participar por não possuir conhecimentos técnicos suficientes. De fato, a tecnocracia se estabelece como conquista social, na medida que o público transfere aos seus funcionários as responsabilidades de lhes dar rumo às coisas técnicas. A questão da tecnocracia tornou-se, no entanto, uma armadilha dos interesses de poder mais implícitos, alijando o público de sua vontade.

O economista e filósofo norte-americano Thorstein Veblen, em seu livro *Os engenheiros e o sistema de preços* (1921), profetizando a consolidação do sistema tecnocrático, sugeriu que as desigualdades e conflitos sociais gerados pela industrialização só seriam superados através da substituição do sistema de livre mercado por uma economia programada e planificada por técnicos e engenheiros (Tuñón *et al*, 2001).

Na Europa, Jaques Ellul e Helmut Schelsky, representantes do pensamento tecnocrático, viam no progresso técnico o momento propício para a substituição “do governo sobre as pessoas pela administração das coisas”. Ellul defendia que a administração do estado deveria ser realizada pelos tecnólogos, posto que somente os especialistas estariam capacitados para entender as possibilidades de cada momento. Ele afirmava que “a elite dos novos tecnólogos não toma decisões pessoais, pois em realidade, o fenômeno técnico se auto-dirige: é a máquina que escolhe o homem mais idôneo em cada momento, não importando muito as suas idéias políticas” (Ellul, *apud* Tuñón *et al*, 2001, p. 161). De forma ainda mais contundente, Schelsky considerava que “as exigências da técnica suprimiram a ordem irracional da

dominação política. Inclusive a democracia, que é o melhor sistema da velha política, é irrelevante porque ninguém – nem o Estado, nem os políticos, nem sequer os técnicos – pode alterar o curso da civilização técnica, que se rege exclusivamente por suas próprias leis” (Schelsky, *apud* Tuñón *et al*, 2001, p. 161).

É importante ter bem claro o que significa a tecnocracia no contexto das interações CTS, principalmente quando se pensa o modelo tecnocrático no âmbito das escolas de engenharia. Em uma crítica contundente, Roszak considera que o grande segredo da tecnocracia reside em convencer-nos de que: 1- as necessidades vitais do homem são de natureza técnica; 2 - que a análise formal (e altamente especializada) de nossas necessidades alcançou já uns 99% de perfeição; 3 - que os especialistas que sondaram os desejos de nosso coração e que são os únicos que podem seguir velando nossas necessidades, os que sabem *realmente* de que falam, devem estar incluídos nas listas de nomes oficiais do Estado e/ou das sociedades privadas corporativas. Os especialistas que contam são os especialistas certificados e a eles devem pertencer todos aos níveis supremos de comando (Roszak, 1970).

Como se pode perceber, a atitude tecnocrática – assim como o determinismo tecnológico – não é assunto de fácil explicitação e superação porque se encontra profundamente enraizada na estrutura pedagógica da tecnologia. O enfoque tecnocrático (Habermas, 1999), ao pretender determinar a política (ou a ética) a ser seguida, com base no conhecimento científico, comete um “abuso de saber” porque esse conhecimento científico, longe de ser neutro, “foi construído de acordo com um projeto organizador e este último pode determinar sua natureza” (Fourez, 1995).

4.2 Aspectos da tecnocracia interdisciplinar e alternativas

Retomando a interdisciplinaridade, há de se cuidar para uma questão que se torna cada vez mais presente e cultivada na sociedade tecnológica, por conta dos imperativos da flexibilidade e da complexidade crescente do conhecimento técnico como o concebemos. Neste contexto, a tecnocracia baseada em um só técnico ou uma categoria profissional de técnicos na determinação de políticas tecnológicas públicas ou projetos de artefatos e processos de grande envergadura, parece ceder lugar a uma tecnocracia interdisciplinar.

Supõe-se que a formação de equipes interdisciplinares de técnicos de várias especialidades seja suficiente para justificar a tomada de decisão sobre o melhor projeto ou a melhor política a ser seguida. E esta poderia ser, por exemplo, a do traçado e construção de uma rodovia passando por uma comunidade, separando-a, ou a da construção de uma barragem envolvendo a mudança de uma cidade, ou simplesmente a de artefatos que influenciam as relações sociais cotidianas. Mas o fato é que essa equipe interdisciplinar irá privilegiar, após consenso sobre divergências paradigmáticas disciplinares, uma determinada visão do problema que será qualitativamente semelhante à de um técnico. A própria escolha dos especialistas é já um ato político e não neutro, dado que nasce com a própria escolha da equipe e com base em interesses predefinidos (Fourez, 1995). Essa tecnocracia interdisciplinar tende a ser mais problemática, porque por um lado dilui a presença do sujeito da ação e, por outro lado, ao conceder maior poder político centrado na reunião de especialistas, paradoxalmente inibe a ampliação da participação democrática.

Para este autor, “se a interdisciplinaridade pode corrigir certos defeitos da tecnocracia, ela não modifica a sua estrutura: recorrer a especialistas acreditando encontrar uma resposta 'neutra' a problemas da sociedade é esquecer que esses especialistas apresentam um ponto de vista que é sempre particular” (Fourez, 1995, p. 213), e nem sempre concordante com a ética profissional.

Admitindo o poder explicativo dos três modelos conceituais de representação das interações entre o saber especializado e a prática política – *tecnocrático*, *decisionista* e *pragmático* – (Habermas, 1999), sem desconsiderar suas limitações e questionabilidade, pode-se aproximar representações de situações de complexidade das relações entre especialistas e

não-especialistas técnicos. Para as áreas técnicas, essa pode ser uma maneira conveniente de evitar a assunção de atitudes inadequadas a situações particulares de intervenção técnica. Mas é preciso alertar que, a menos do pragmático, tais modelos estarão se defrontando em várias situações com questões de validade democrática.

Há mesmo situações em que a *tecnocracia* de um especialista ou de um grupo de especialistas pode ser uma forma eficaz de interação. A engenharia e a medicina estão repletas de exemplos. Mas essas mesmas áreas possuem uma miríade de situações em que o uso da *tecnocracia* não é uma forma de interação adequada, mas sim a de uma interação de tipo *decisionista* ou de tipo *pragmático*.

Em muitos casos a tecnocracia interdisciplinar mostra-se inadequada para muitos tipos de artefatos tecnológicos e para as circunstâncias em que são elaborados e implantados (como para uma usina nuclear, por exemplo)¹. Dado que o modelo *pragmático* pressupõe a negociação e discussão entre todos os atores envolvidos (especialistas, usuários, vizinhança, políticos), para muitas situações uma interação desse tipo pode ser potencialmente mais adequada, não apenas para o projeto, mas, em caso de consenso, também para a operacionalidade do sistema em todas as suas instâncias pós-instalação.

A pertinência de tratar o tema da interdisciplinaridade segundo este enfoque é reforçada pela Declaração de Budapeste², cujo conteúdo expressa um novo modo de relacionamento entre a ciência e a sociedade, o qual está sendo entendido como um *novo contrato social* para a ciência que, embora não explicitamente colocado, é também considerado para a tecnologia. Esse novo contrato social admite como necessária a participação pública, ou a participação abrangente da sociedade nos assuntos que lhes dizem respeito. Tal compromisso implica considerar que na mesa de negociação para a tomada de decisão no que concerne a assuntos que envolvem a ciência e a tecnologia, que são muitos e marcantes, os especialistas ver-se-ão envolvidos com a crescente participação de diversos pontos de vista que não estão baseados nos mesmos paradigmas com os quais trabalham.

Assim, tanto especialistas quanto não especialistas deverão estar preparados para trabalharem em conjunto, e isto pressupõe uma reconsideração da atitude tecnocrática, já que ela é em muitos aspectos incompatível com esse novo contrato social.

A alfabetização científica e tecnológica, conforme propugnado pelo enfoque educacional CTS, insere-se nessa perspectiva nova também no Brasil, de modo a que os cidadãos possam ter voz e papel mais relevantes nesse processo de democratização da sociedade. Em outros termos, há um esforço em se formar uma consciência crítica *sobre* a ciência e a tecnologia (Fourez, 1997; Waks, 1996), com o objetivo de tornar os cidadãos mais aptos a ter voz e papel relevantes no processo de tomada de decisão sobre as coisas que lhes afetam.

Souza Cruz e Zilbersztajn consideram que para uma perspectiva educacional abrangente, “o papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar, de forma crítica e consciente, dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido” (Souza Cruz e Zilbersztajn, 2001, p. 171).

Desta forma, é pertinente que processo semelhante seja realizado na formação dos especialistas técnicos, com enfoque diferenciado porque importa neste caso, principalmente, que eles possam ser interlocutores efetivos nesse processo, ou seja, que possam entender mais *sobre* a natureza da ciência e da tecnologia – de cujas realizações são participantes ativos – e suas interações com a sociedade, objetivando mudar conscientemente tendências formativas e culturais, tais como a da atitude tecnocrática elevada à condição de supremacia decisória e a superação do pressuposto da superioridade ou primazia do conhecimento especialista que

¹ Ver a esse respeito, von Linsingen, 2002; Winner, 1985.

² Declaração sobre a ciência e o uso do saber científico, resultante da “Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI: Um novo compromisso”, realizada em Budapeste (Hungria) no final de junho de 1999.
<<http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>>

viria de uma ciência tida como neutra e de uma tecnologia considerada também neutra e autônoma.

5. INTERDISCIPLINARIDADE NO CURRÍCULO DE ENGENHARIA: RECONHECENDO O CARÁTER SOCIAL DA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Buscando uma maior inserção social da engenharia e maior consonância com algumas tendências internacionais, as diretrizes curriculares procuram introduzir conteúdos disciplinares de humanidades à formação dos engenheiros, com a alegação, legítima, que é uma necessidade para melhorar a qualificação profissional e conseqüente inserção num mercado de trabalho mutante e que se torna mais complexo. Tais preocupações, válidas e necessárias, parecem, entretanto, pairar na instrumentalidade da ação formativa e podem ser insuficientes para uma transformação efetiva do modo de ver e do fazer da engenharia. Assim, é válido indagar se a introdução de conhecimentos das humanidades na grade curricular visa mudar o conhecimento da engenharia, ou apenas a sociabilidade dos engenheiros. Em outras palavras, em que extensão e com que profundidade se está pensando o processo educacional da engenharia. Nesse sentido, pensar o ensino de engenharia no Brasil implica discutir seus pressupostos legitimadores, cuja presença implícita, quase natural, parece dispensar maiores atenções.

Percebe-se aqui o caráter interdisciplinar posto nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação em Engenharia³, mas há que se indagar a respeito do nível de abrangência que se pretende para a interdisciplinaridade. Uma interdisciplinaridade voltada para interações internas de caráter técnico dos coletivos da engenharia, visando ao desenvolvimento da criatividade coletiva e à inovação tecnológica de caráter artefactual, ou uma interdisciplinaridade ampliada, que além das trocas internas de caráter técnico considere intercâmbios e negociações com os outros atores sociais, como fruto do desenvolvimento da capacidade pessoal de reconhecer as diferenças socioculturais no trato das questões técnicas?

De acordo com Cunha e Borges, admite-se que o currículo apresenta como princípio, entre outros, um potencial de construção de conceitos, de produção/reprodução de valores, de validação de conhecimentos, de estabelecimento de verdades, de influir nas visões de mundo das pessoas e de formar identidades de tal modo que a construção curricular envolve aspectos que não aparecem explicitamente no esboço final do currículo como produto acabado (Cunha e Borges, 2001, p. 41-47). Alguns dos aspectos a que se referem esses autores, objetivam contribuir como base ao desenvolvimento do currículo, com a finalidade de se procurar compreender seus significados e seus fins no contexto histórico e sociocultural para o qual ele está sendo estruturado.

Considera-se que o currículo não deve ser tratado como um elemento isolado do contexto social de produção, de modo que, sendo fruto da interação de forças e pressões sociais diversas, está impregnado dos valores e ideologias dos grupos dominantes. O currículo tem, portanto, relação com um modelo de sociedade, uma vez que através dele a carga hegemônica é difundida (valores, conceitos, interpretações dos fatos sociais, visões de mundo). Desse modo, para construir um currículo numa perspectiva transformadora, é preciso reconhecer o modelo de sociedade em que se inscreve o currículo (*Op. Cit.*).

O que se propõe aqui é que ao se trabalhar o currículo de engenharia – seu projeto, reformulação e implementação – sejam considerados na discussão do currículo, entre outros, temas que se orientem pelos enfoques aqui desenvolvidos, dado que pontos usualmente considerados, tais como a definição do perfil desejado do profissional, a descrição das

³ As diretrizes expressam no seu artigo 3º que “Os Currículos dos Cursos de Engenharia deverão dar condições a seus egressos para adquirir um perfil profissional compreendendo uma sólida formação técnico-científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística em atendimento às demandas da sociedade” Resolução CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

competências, atitudes e habilidades requeridas, a elaboração dos conteúdos e saberes que atendam a esses requisitos, a estruturação dos métodos a serem desenvolvidos, estão intimamente relacionados com essas abordagens.

No que concerne à inclusão dos campos interdisciplinares – Humanidades e Ciências Sociais – no currículo, as novas diretrizes parecem se aproximar das diretrizes que existiam até a década de 1970, acrescidas da abordagem da Cidadania e das Ciências do Ambiente. Essas áreas temáticas são colocadas num “núcleo de conteúdos básicos” (poder-se-ia sugerir um paralelismo com o ciclo básico da época), com cerca de 30% da carga horária mínima, o que pode redundar num equívoco sob o ponto de vista didático, quando se propõe trabalhar sob a perspectiva da transversalidade, já que esses temas dificilmente voltarão a ser tratados explicitamente nos conteúdos técnicos do “núcleo de conteúdos profissionalizantes”, permanecendo ocultos, novamente promovendo (ou mantendo) uma dissociação histórica que fere o espírito da promoção das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e natureza, subsumido no Artigo 3º, e certamente o caráter interdisciplinar como aqui tratado. Certamente a inclusão destes campos do saber no currículo representa uma conquista, mas ainda não convenientemente tratados no currículo para que o caráter e a efetividade da inclusão daquelas abordagens sejam integralmente satisfeitos.

Para esta perspectiva não seria adequado endereçar (ou especificar posições) para os temas transversais nas diretrizes curriculares, porque eles devem permear as temáticas técnicas (tópicos) do “núcleo de conteúdos profissionalizantes” (como são atualmente estruturadas nas diretrizes), em concordância com a idéia de que a grade curricular não precisa, pelo menos de momento, ser modificada substancialmente. Mas o mesmo não se propõe para os conteúdos disciplinares. Para estes, a introdução de temas transversais é interpretada como base para uma educação tecnológica transformadora.

Cabe realçar e defender que os temas transversais aqui referidos dizem respeito às interações socio-eco-sistêmicas da tecnologia, ou seja, devem estar preferencialmente orientados para temáticas como as aqui tratadas, já que as propostas a elas vinculadas visam a ampliação do campo de competência da engenharia em termos sociais, culturais e ambientais.

6. A TRANSVERSALIDADE COMO POSSIBILIDADE DIDÁTICA DA INTERDISCIPLINARIDADE

A interdisciplinaridade é apresentada neste estudo como fundamental para uma transformação efetiva do processo de formação em engenharia, porque permite inter-relacionar áreas do conhecimento historicamente distanciadas entre si, conferindo uma nova dimensão ao conhecimento da engenharia que até agora estava oculta e por isso mesmo era pouco valorizada. Esse novo contexto, para o qual uma formação com visão abrangente dos atores já se apresenta como necessidade também para a área técnica, faz-se sentir nas pressões por transformações curriculares que busquem reduzir a fragmentação do conhecimento e, nesta direção, além da interdisciplinaridade, a transversalidade adquire uma importância significativa, já que possibilita operar ao nível didático a dimensão epistemológica presente na interdisciplinaridade.

No entanto, essa abordagem do processo de formação requer que se estabeleça um eixo central para orientar a formação em engenharia. O artigo 3º das novas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia, explicita que a orientação formativa do perfil do engenheiro deve possibilitar ao egresso/profissional possuir uma maior consciência das interações e implicações socioculturais, socioeconômicas e ambientais de sua atividade. Nesse sentido foram incluídos alguns temas gerais que se enquadram na perspectiva da interdisciplinaridade e da transversalidade, tais como Aspectos Políticos, Econômicos, Sociais, Ambientais e Culturais, Ética e Humanidades. Estes temas gerais podem ser desdobrados para incluírem, entre outros, temas como o da Diversidade Cultural; das Políticas de C&T; das questões de Sustentabilidade, de Risco, de Segurança, de Impacto Tecnológico; de Desenvolvimento Tecnológico e Humano; do Trabalho; de Aspectos Socioeconômicos, Filosóficos e Sociotécnicos. Desta forma, e isso

representa uma transformação significativa, reduz-se na orientação curricular o caráter eminentemente técnico-científico normalmente atribuído à engenharia.

A interdisciplinaridade e a transversalidade podem ser cotejadas do ponto de vista conceitual, já que ambas se fundamentam na crítica de uma concepção de conhecimento que toma a realidade como conjunto de dados estáveis, sujeitos a um ato de conhecer isento e distanciado. Ambas apontam a complexidade do real e a necessidade de se considerar a teia de relações entre seus diferentes e contraditórios aspectos. Mas diferem uma da outra, uma vez que a interdisciplinaridade refere-se a uma abordagem epistemológica dos objetos de conhecimento, enquanto a transversalidade diz respeito principalmente à dimensão didática.

A interdisciplinaridade questiona a segmentação entre os diferentes campos de conhecimento produzida por uma abordagem que não leva em conta a inter-relação e a influência entre eles – questiona a visão compartimentada (disciplinar).

A exemplo do que já vem acontecendo com o ensino fundamental e médio, a introdução de temas transversais no ensino tecnológico apresenta-se, por um lado, como uma forma muito adequada de promover uma maior interação entre tecnologia e sociedade no ensino de engenharia e, por outro lado, como necessidade de se preparar os cursos superiores para a demanda que está sendo gerada naquelas fases do desenvolvimento humano.

Ao nível da prática pedagógica, a introdução de temas transversais nas disciplinas pode constituir uma forma muito adequada para o estabelecimento de elos efetivos entre o conhecimento técnico-científico e as suas implicações e significados socioculturais, o que se apresenta como uma possibilidade real de reconsideração de aspectos do conhecimento técnico-científico que finalmente resultarão em objetos concretos da engenharia (artefatos, sistemas, processos). Neste sentido, a transversalidade e a transposição didática (von Linsingen, 1999) podem ser trabalhadas numa relação de complementaridade, pelo menos no que diz respeito à preparação didática realizada pelo professor.

A título de exemplo, o desenvolvimento de um projeto como tema motivador numa disciplina do ciclo profissionalizante, tema este que pode ser inclusive proposto pelos alunos e que seja pertinente ao assunto da disciplina, pode ser estruturado didaticamente de modo a que os critérios de abordagem do problema e os critérios de projeto, que constituem a base conceitual que irá exercer uma influência significativa na forma e tipo de produto resultante, sejam amplamente discutidos. É principalmente nesta fase da construção do conhecimento de engenharia que os temas transversais se apresentam como elo sociocultural da tecnologia.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por todos os aspectos considerados ao longo deste ensaio fica claro, portanto, que para a indagação sobre a profundidade e abrangência do processo educacional da engenharia, a resposta é que não se trata efetivamente de criar as condições para a formação de engenheiros que sejam apenas técnicos competentes e socialmente educados, mas sim uma formação que propicie as condições para o desenvolvimento de capacidades socialmente críticas e criativas, no sentido que vejam a técnica como meio para fins sociais acordados entre todos os participantes do processo de transformação tecnológica, ou seja, que o conhecimento tecnológico seja posto a serviço da sociedade e não o contrário. E isto constitui já uma proposta de mudança substancial.

A par de toda dificuldade que surge para se corrigir rotas de tendências que vêm sendo desenvolvidas há vários anos, notadamente na área de ensino, acredita-se que um passo importante pode ser dado no sentido do aprimoramento dos cursos de engenharia. Consiste esse passo no ataque à falta de unidade dos cursos, procurando-se dar enfoques semelhante nas mais diversas disciplinas, abordando-as sob o ponto de vista de instrumentos que unifiquem os programas. Essa possível solução passa por uma postura dos professores, se não semelhante, ao menos explícita sob um determinado enfoque epistemológico que situe o estudante num contexto mais abrangente, relacionado com a complexidade do conhecimento que contemple os diversos

aspectos aqui explorados, sejam eles técnicos, científicos, sociais, culturais ou econômicos.

Além dos já citados, temas como finalidade social, segurança (pessoal, instrumental, social), riscos, influências ambientais, interesses empresariais, enfim, os diversos aspectos da significância e das interações substantivas da engenharia e de seus produtos, poderão ser contemplados e passarem a possuir uma significação relevante para os estudantes e professores durante todo o processo de construção de conhecimento da engenharia, principalmente no chamado ciclo profissionalizante. Obviamente, tais temas precisam ter sua relevância realçada para os professores dessas disciplinas, daí a necessidade de programas de formação de professores que se plassem, por exemplo, nas interações propiciadas pelo enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

Em resumo, é possível criar no currículo de engenharia espaços para a construção do conhecimento técnico-científico contextualizado, através de uma abordagem de caráter interdisciplinar abrangente empregando a transversalidade como meio didático na construção de conhecimento disciplinar, o que pode contribuir para uma formação com explícitos comprometimentos e referências sociais e ambientais.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, F. M.; BORGES, M. N. Currículo para os cursos de Engenharia: o texto e o contexto de sua construção. **Revista de Ensino de Engenharia**. Brasília, v.20, n.2, p. 41-47, 2001.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires: Ed. Colihue, 1997.

FOUREZ, G. **A construção das ciências. Introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: UNESP, 1995.

HABERMAS, J. **Ciencia y técnica como “ideología”**. Madrid: Tecnos, 1999.

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (Orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 1995.

MORAES, M. C. **O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais**. In: LINSINGEN, I. *et al.* (Org.). **Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999.

ROSZAK, T. **El Nacimiento de una Contracultura**. Barcelona: Kairós, 1970.

SEVERINO, A. S. **O uno e o múltiplo: o sentido antropológico do interdisciplinar**. In: Jantsch, A. P.; Bianchetti, L. (Orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 1995.

SOUZA CRUZ, S. M.; ZILBERSZTAJN, A. **O Enfoque Ciência, tecnologia e Sociedade e a Aprendizagem Centrada em Eventos**. In: Pietrocola, M. (Org.). **Ensino e Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

TUÑÓN, A. H. *et al.* **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Algaida Editores, 2001.

von LINSINGEN, I. **Engenharia, Tecnologia e Sociedade: Novas Perspectivas para uma Formação**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) - CED/UFSC, Florianópolis.

von LINSINGEN, I. A transposição didática e o ensino de engenharia. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 9, 1999, **Anais**. Natal: UFRN, 1999. p.677 – 684.

WAKS, L. J. **Filosofía de la educación en CTS. Ciclo de responsabilidad y trabajo comunitario** (p. 19-33). In: ALONSO, A. *et al.* Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estella (Navarra): Ed. Verbo Divino, 1996.

WINNER, L. **Beyond Innovation: Ethics and Citizenship in an Era of Ceaseless n Change**. In: Tecnología y política. Valencia: UIMP, 2000.

WINNER, L. **Do Artifacts have Politics?** (1983), In: MacKenzie D. *et al.* (eds.). The Social Shaping of Technology. Philadelphia: Open University Press, 1985.

INTERDISCIPLINARITY DIMENSIONS IN ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *The interdisciplinarity in technical field is associated with the agreement that the complexity increase of the techno-scientific knowledge overflow the exclusive ability of the disciplines, having transformed into a common concept in engineering, concordant with other areas of the knowledge, but with a tacit landmark, which is the technical interdisciplinarity. This can favor a formation towards the innovative process and for collective creativity, sharpened with an artifactual vision of the technology, and has been strongly stimulated in the technological area. In a STS (Science, Technology and Society) perspective, such approach of the interdisciplinarity also locks up a tension that emerges in the interdisciplinar action that it is given outside the exclusive field of specialists abilities, in the measure that fortifies the idea of priority of the technique and neutrality used to decide instances, that they emerge in the arguments supported by the consensus of technician specialists. Aspects of the underlying dimensions of interdisciplinarity, its socio-technical implications and possible consequences for the engineering education are analyzed in this article.*

Key-words: *Science-Technology-Society (STS), Engineering Education, Curriculum.*