



PERSPECTIVAS CURRICULARES CTS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA: UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO UNIVERSITÁRIA

Irlan von Linsingen – irlan.von@ufsc.br
Universidade Federal de Santa Catarina, CTC, Depto. de Engenharia Mecânica
Campus Universitário - Trindade
CEP: 88040-900 – Florianópolis – Santa Catarina

***Resumo:** A formação em engenharia pautada apenas por competência técnica é problematizada e possibilidades de transformação educacional propiciadas pelas dimensões sociocultural, sociotécnica e ambiental do conhecimento são tratadas a partir dos Estudos CTS, dos estudos pós-coloniais e da educação crítica. É apresentada uma proposta de estrutura acadêmica para um novo Campus da Universidade Federal de Santa Catarina, articulada em três eixos que favorecem interações entre os campos disciplinares técnicos e das ciências humanas ao longo da formação, em disciplinas específicas e demais atividades curriculares, buscando reduzir a separação abissal entre o técnico e o sociocultural na engenharia.*

***Palavras-chave:** Formação tecnológica, Educação CTS, Currículo, Cidadania sociotécnica, Estudos CTS*

1. INTRODUÇÃO

A formação de engenheiros e tecnólogos, mais do que buscar preparar agentes de Inovação Tecnológica eficientes, deve ser pensada sob a ótica da Inovação Sociotécnica, que visa preferencialmente à efetividade de processos, serviços e produtos relacionados aos interesses e necessidades dos mais diferentes grupos sociais. Nesse sentido, qualquer estratégia de capacitação para a inovação deve necessariamente considerar a natureza sociocultural do conhecimento científico-tecnológico a ser construído/apropriado pelos atores de inovação sociotécnica.

Neste artigo discuto aspectos da qualificação profissional em engenharia pautada na exclusiva competência técnica. Abordo possibilidades de transformação propiciadas pela perspectiva de associar à formação tecnocientífica as dimensões sociocultural e ambiental. Considero que a educação tecnológica deve trabalhar com a perspectiva de inclusão sociotécnica, que trate simetricamente conhecimento tecnológico e contexto sociocultural em que aquele se desenvolve, transformando-o.

A formação no contexto da inovação sociotécnica é tratada a partir dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia, ou Estudos CTS (ECTS) e o que eles apresentam para transformações significantes no ensino de engenharia, na perspectiva de atendimento do que é proposto nas diretrizes curriculares brasileiras (DCNs). Trata-se de tornar visíveis obstáculos



interpostos à educação em engenharia, decorrentes da assunção de uma concepção restrita ou equivocada das relações ciência, tecnologia, sociedade, que orienta implicitamente os processos de formação de engenheiros. Extraio dos ECTS contribuições para a incorporação de fatores explicativos das múltiplas imbricações da engenharia, numa dimensão até agora mantida apartada do seu ensino por supostamente não lhe dizer respeito, que é a dimensão sócio-tecnológica. Parto da problematização do processo de formação de engenheiros orientado para uma visão tecnocêntrica da tecnologia que inibe a construção de capacidades de inovação sociotécnica, restringindo substancialmente o campo de atuação dos engenheiros.

Para a efetivação dessa perspectiva formativa, apresento uma proposta de estrutura acadêmica para um novo Campus da Universidade Federal de Santa Catarina, em Blumenau, pensada desde uma perspectiva que contemple as interações sociotécnicas ao longo da formação, nas atividades curriculares e extracurriculares, tanto no contexto das inter-relações entre os campos disciplinares técnicos e das ciências humanas previstos em sua estrutura, quanto no âmbito de disciplinas específicas da área técnica, buscando reduzir e superar a histórica e ilusória separação abissal entre o técnico e o sociocultural existente nos cursos de engenharia.

O objetivo é propiciar uma formação em engenharia com orientação sócio-tecnológica, com enfoques educacionais socioculturalmente referenciados e comprometidos da atividade científico-tecnológica, visando à superação dos silenciamentos decorrentes de uma visão restrita do campo de atuação profissional e, também, contribuir para o debate atual em torno do desenvolvimento sustentável e da formação dos agentes de inovação social.

2. OS ESTUDOS CTS COMO REFERENCIAIS

Crenças e pressupostos que sustentam atitudes hegemônicas no ensino de engenharia e dificultam o envolvimento dialógico de especialistas técnicos com diferentes atores sociais, seja no âmbito das políticas públicas ou na atuação profissional privada, necessitam ser explicitados e problematizados para compreender onde e como se originam e consolidam.

Para explorar as causas de obstáculos interpostos à educação em engenharia decorrentes da assunção de uma concepção restrita da natureza sociocultural do conhecimento tecnológico e das limitações formativas daí decorrentes, utilizo os referenciais dos Estudos CTS (ECTS).

De partida é assumido que tais crenças e pressupostos são tidos como auto-evidentes na área técnica, a ponto de serem considerados “naturais” na atividade da engenharia, de modo que não chegam a constituir, em princípio, questões que poderiam ser formalmente consideradas como pontos de inflexão que justificassem a abertura de um campo de estudos próprio, destinado à compreensão da coisa técnica e das inter-relações que ela engendra. Os problemas técnicos, por essa ótica, requerem apenas soluções técnicas em sentido estrito, para as quais existem metodologias laboriosamente estruturadas (LINSINGEN, 2007).

Trata-se, evidentemente, de uma posição que expressa uma visão internalista – e em muitos casos ingênua – da engenharia, a partir da qual problemas (sociotécnicos) percebidos/definidos por atores específicos (engenheiros, pesquisadores, empreendedores) são reduzidos a problemas técnicos frequentemente bastante complexos, sendo eliminados todos os aspectos ditos não técnicos, o que equivale dizer, nesse contexto, socioculturais.

A posição a esse respeito aqui defendida é que, ao contrário, a indissociável natureza social e cultural da tecnologia, provoca a emergência de contradições naqueles pressupostos que afeta o *que*, o *como* e o *para que* fazer da engenharia, com evidente ressonância na sua



estrutura pedagógica, requerendo uma nova forma de abordagem do processo de formação tecnológica.

A identificação e problematização desses pressupostos, no campo disciplinar, pressupõe operar sobre uma base “externa” do conhecimento da engenharia. É aqui que os referenciais dos Estudos CTS tornam-se valiosos para a explicitação de especificidades socioculturais e socioeconômicas regionais que permitem realizar abordagens educacionais contextualizadas, socialmente referenciadas e comprometidas em termos curriculares, e que possibilitam a ampliação da visão do campo de atuação das engenharias, principalmente no que se refere aos seus compromettimentos sociais e culturais mais amplos. Isto é cabível e teoricamente pertinente desde a perspectiva das propostas centrais dos ECTS. Assim, as contribuições dos ECTS latino-americanos (LINSINGEN, 2007) são muito importantes para as articulações significantes da pesquisa em educação de países da América Latina.

Somados a essas novas compreensões das relações CTS, também os estudos pós-coloniais possibilitam uma contextualização do ensino, estabelecendo uma conexão estreita com o pensamento CTS crítico e o que ele pode proporcionar em termos de alternativas para uma educação científica e tecnológica emancipatória e socialmente inclusiva.

Essa proposta educacional ocupa-se, desse modo, a trabalhar no âmbito das especificidades sociais-culturais e políticas de países com características que se aproximam em termos de relações de colonialidade de saber/poder (CASTRO-GÓMEZ & GROSFÖGEL, 2007; SANTOS & MENESES, 2010).

Na educação em geral, e ainda que timidamente na educação em engenharia, é perceptível a intensificação de abordagens alternativas no ensino de ciências e tecnologia e também da discussão de necessidades nos diferentes níveis de formação, considerando suas especificidades e finalidades, sob influência dos ECTS. A práxis educacional constitui-se de uma mescla de concepções CTS, composta tanto pela concepção tradicional das relações CTS quanto por concepções mais progressistas e críticas, não havendo uniformidade entre os diversos níveis e modalidades de ensino. Contudo, é notável a prevalência da concepção tradicional na conformação dessa práxis, o que fortalece resistências ao processo de construção de alternativas educativas ao modelo sociotécnico dominante. A proposta apresentada aqui visa superar tais resistências.

Numa perspectiva mais focada nos ECTS latinoamericanos, trata-se também de pensar numa endogenização da tecnologia, vista como assimilação crítica e criativa, como processo através do qual seriam estabelecidas algumas características da tecnologia nos países periféricos, que não exclui a sua importação, mas que seja adequada às demandas definidas por uma política de C&T com compromissos sociais amplos (VESSURI, 2001). Não há nesse processo a intenção de um encapsulamento da sociedade que opta por um desenvolvimento científico e tecnológico desse tipo, mas implica conquistar autonomia para definir de que maneira essa sociedade particular deseja funcionar, em que base tecnológica deseja proceder.

Ao nível ideológico trata-se, entre outras coisas, de um processo de ruptura com a visão tradicional de ciência e de tecnologia coloniais, com vistas a uma desocidentalização (ou deseuropeização), “o assumir a ciência como cultura, o passar do predomínio de atores sociais que são 'porteiros' que abrem as portas para as tecnologias forâneas do mundo desenvolvido ao apogeu de vetores tecnológicos endógenos, o reestruturar disciplinas científicas que constituem reservatórios de conhecimentos elaborados por outras culturas, a reavaliação do sentido comum local e a reconstrução de tradições, assim como a participação social na criação de tecnologia” (VESSURI, 2001, p. 242).



3. A CONCEPÇÃO CLÁSSICA DE C&T E A PERSPECTIVA DA ENGENHARIA

A forma tradicional de entendimento conceitual da ciência e da tecnologia como atividades autônomas, neutras e benfeitoras, provocadas pela herança colonial, continua a ser utilizada na academia para legitimar suas atividades e é também usada para “legitimar formas tecnocráticas de governo e continua orientando o projeto curricular em todos os níveis de ensino” (GONZÁLEZ GARCÍA, CERESO & LUJÁN, 1996, p. 26).

Segundo essa mesma concepção parcelar, a engenharia exerceria um papel de mediação significativo entre ciência e tecnologia, na medida em que as suas produções, que se materializam em artefatos tecnológicos, estariam centralmente relacionadas à apropriação e aplicação de princípios científicos, que serviriam igualmente para realimentar tecnologicamente o próprio desenvolvimento científico. Nesse sentido os engenheiros, a cuja atividade se atribui intensidade, eficácia e qualidade, exerceriam um papel importante na tecnociência. A emergência da tecnociência não implica a subsunção da ciência, da técnica e da tecnologia. De acordo com Echeverría (2001, p. 222) estas quatro modalidades de saber continuam existindo hoje em dia e é possível distingui-las entre si. A engenharia no contexto da tecnociência seria apenas uma das diversas modalidades de atividade da engenharia.

A engenharia, em termos gerais, desenvolve-se nos mais diversos contextos e nas mais diferentes condições e, nesse sentido, a engenharia se relaciona mais à ideia de processo de transformação ligado ao quefazer da sociedade – e, portanto relacionada à cultura –, o que lhe confere um estatuto próprio de atividade de inúmeras faces e finalidades e, por isso, com um vasto campo de ação, aberto e em construção.

Quando a engenharia é usada como suporte à pesquisa científica, ou participa diretamente da atividade científica, deve fazê-lo em condições específicas, com desenvolvimento de capacidade cognitiva para esse fim, de modo a possibilitar uma interlocução frutífera entre cientistas e engenheiros que, em vários casos, pode chegar a diluir as fronteiras impostas de seu campo de atuação. Os engenheiros, nesse caso, podem assumir postura científica. Esta conotação, entretanto, não pode ser considerada como tendência geral ou dominante da engenharia, posto que essa atividade possui envolvimento muito mais amplos que os dos interesses da ciência como atividade que se ocuparia a “desvelar” verdades do universo.

Do mesmo modo, apesar de fortes ligações, a engenharia não possui compromisso exclusivo com a empresa e a indústria, como se esforça por fazê-lo o poder hegemônico – já de dentro das instituições de ensino –, caso em que emerge sutil, mas firme, a defesa do supostamente intrínseco caráter neutro e benfeitor da atividade. Com isso reduzem-se as chances do reconhecimento do necessário desenvolvimento de capacidade crítica do engenheiro ou, o que se tornou frequente, atribui-se a este apenas o caráter de crítica do produto técnico, ou seja, restrita a uma percepção específica de desenvolvimento tecnológico, característico do feitiço internalista que se atribui à atividade. Essa defesa se dá normalmente pela via cruel da indiferença e do não-debate, que oculta as interações substantivas (ou os envolvimento mais amplos) da engenharia.

Nos sentidos aqui expostos, o currículo de engenharia possui um compromisso com a generalidade, além daquele que já possui com a especificidade. Mas, mais do que generalidade, esse mesmo currículo deve se ocupar com a natureza sociocultural do conhecimento da engenharia, complexidade que emerge das imbricações da engenharia com aqueles atores sociais que estão silenciados, ou invisibilizados.

As diretrizes curriculares para as engenharias no Brasil, sugerem a abordagem dessa perspectiva (artigo 3º). Entretanto, a implementação dessas transformações, a maioria delas



fruto de pressões externas (de outros atores sociais), exige uma ressignificação das práticas seculares da engenharia. O fato é que não há correspondência entre a prática pedagógica e as concepções de mudança expressas nas diretrizes. A abordagem temática e os estudos de caso dos ECTS, que são mais próximos e por isso mais aceitáveis pelos atores da área técnica, favorecem a desnaturalização e explicitação daquelas tendências e práticas citadas anteriormente.

4. CTS EM NÍVEL UNIVERSITÁRIO

Em linhas gerais, no âmbito do ensino superior, os programas CTS têm sido oferecidos como especialização de pós-graduação (especialização, mestrado) ou como complemento curricular para estudantes de diversas procedências e visam proporcionar uma formação humanística básica a estudantes de engenharia e ciências naturais. O objetivo é desenvolver nos estudantes uma sensibilidade crítica acerca dos impactos sociais e ambientais derivados das novas tecnologias ou da implantação das já conhecidas, formando por sua vez uma imagem mais realista da natureza social da ciência e da tecnologia, assim como do papel político dos especialistas na sociedade contemporânea.

Por outro lado, trata-se de oferecer conhecimentos contextualizados sobre ciência e tecnologia aos estudantes dos bacharelados e licenciaturas (CASSIANI & LINSINGEN, 2009), com o objetivo de proporcionar a estes estudantes a construção de uma percepção crítica sobre ciência e tecnologia, de modo a participarem ativa e criticamente dos processos de tomada de decisão em política científica e tecnológica que os implicarão como profissionais e como cidadãos. Assim, essa educação deve capacitá-los a participar de forma frutífera em qualquer controvérsia pública ou em qualquer discussão institucional sobre tais políticas.

Uma ação disciplinar, com tratamento transversal, destinada a suprir parte dessa carência formativa para os alunos de todas as modalidades de engenharia constitui, e assim é aqui entendida, uma importante contribuição para uma formação voltada para a ampliação do comprometimento social da ciência e da tecnologia e, conseqüentemente da engenharia.

Ações que são consideradas importantes, nesse momento, passam pela estruturação de programas de formação de professores de engenharia e de políticas institucionais de fomento à formação CTS para professores de engenharia de todo o país, entre outras. A orientação, no entendimento aqui defendido, é que aspectos da história, da sociologia, da antropologia e da filosofia da ciência e da tecnologia deveriam consubstanciar os programas de formação de professores, além dos aspectos didático-pedagógicos (praticamente inexistentes ou desvirtuados nos atuais modelos de estágio-docência dos programas de Pós-graduação).

Para o ensino de engenharia esta é uma condição necessária, mas não suficiente. É necessário que, além de proporcionar formação humanística básica conforme expresso anteriormente, o próprio conhecimento tecnocientífico deva ser conceitualmente transformado e que a sua preparação didática incorpore essas concepções da natureza social e cultural da ciência e da tecnologia, além dos tradicionais critérios econômicos e de eficácia já incorporados e dados como “naturais” e imanentes na técnica.

Nesse sentido, para consolidar uma formação em engenharia com comprometimentos sociais mais amplos, a dialogicidade na definição de problemas e busca de soluções com os atores sociais historicamente excluídos dos processos de construção tecnológica, aqui pensado como processo de co-construção de tecnologias, apresenta-se como potencialmente transformadora. Tal potencialidade, enfatizada em artigos que tratam da articulação dos ECTS



com as propostas educacionais de Paulo Freire (NASCIMENTO & LINSINGEN, 2006), constitui uma importante ferramenta pedagógica para a formação de engenheiros. As possibilidades da investigação temática freireana, pensadas desde os ECTS para estruturar os processos de co-construção sociotécnica, podem ser muito úteis para a superação daqueles silenciamentos já citados, favorecendo a ressignificação dos sentidos de inclusão social ao nível da formação universitária, no sentido de dar voz aos diferentes atores sociais com vistas à emancipação para consolidação de uma democracia sociotécnica.

5. PROPOSTA DE ESTRUTURA ACADÊMICA PARA UM NOVO CENTRO DE ENSINO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Esta proposta de estrutura acadêmica para um novo Campus da UFSC se fundamenta em estudos e levantamentos sobre o contexto social e econômico da mesorregião do Vale do Itajaí (Secretaria de Estado da Assistência Social, Trabalho e Habitação: Diretoria de Trabalho, Emprego e Renda), e nos referências dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (LINSINGEN, 2013).

O objetivo geral é criar um centro de ensino universitário com abrangência para a mesorregião do Vale do Itajaí, considerando:

- ✓ a função social da Universidade, no que concerne a produção de conhecimento e de inovações sociotécnicas, bem como sua responsabilidade no que concerne ao desenvolvimento de políticas voltadas para a inclusão social, em especial da juventude;
- ✓ a adequação de seus objetivos àqueles que orientam o processo de expansão e de interiorização da Universidade;
- ✓ a necessidade de democratização da Universidade pública, o que implica a ampliação do ingresso e, também o incentivo à permanência, com qualidade social referenciada, em cursos de graduação e de pós-graduação, que visem a formação para o mundo do trabalho com desenvolvimento do pensamento crítico, da cidadania, da ética, da cultura e da democracia.

5.1 Relevância da proposta

Estudos preliminares¹ indicaram que uma das importantes demandas da mesorregião do Vale do Itajaí está historicamente relacionada à área Têxtil. Por essa razão e também pelas potencialidades e reconhecimento dos cursos de engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina, o oferecimento de um curso de Engenharia Têxtil é plenamente justificado.

Por determinação do MEC, o novo Campus da UFSC deveria oferecer de início três bacharelados e duas licenciaturas, o que levou a buscar correspondências e inter-relações entre os cursos e as demandas regionais, pensadas desde os objetivos apresentados anteriormente.

As discussões realizadas por professores convidados a participarem do processo de estruturação do novo Campus, indicaram que a Engenharia de Materiais e a Engenharia de Controle e Automação comporiam um elenco de cursos que favoreceriam a articulação entre esses e o de Engenharia Têxtil e atenderiam adequadamente as demandas regionais.

¹ Apresentados por Santos e Aruto no Boletim Regional do Mercado de Trabalho Mesorregião Vale do Itajaí, Série 2013, Nº 1.

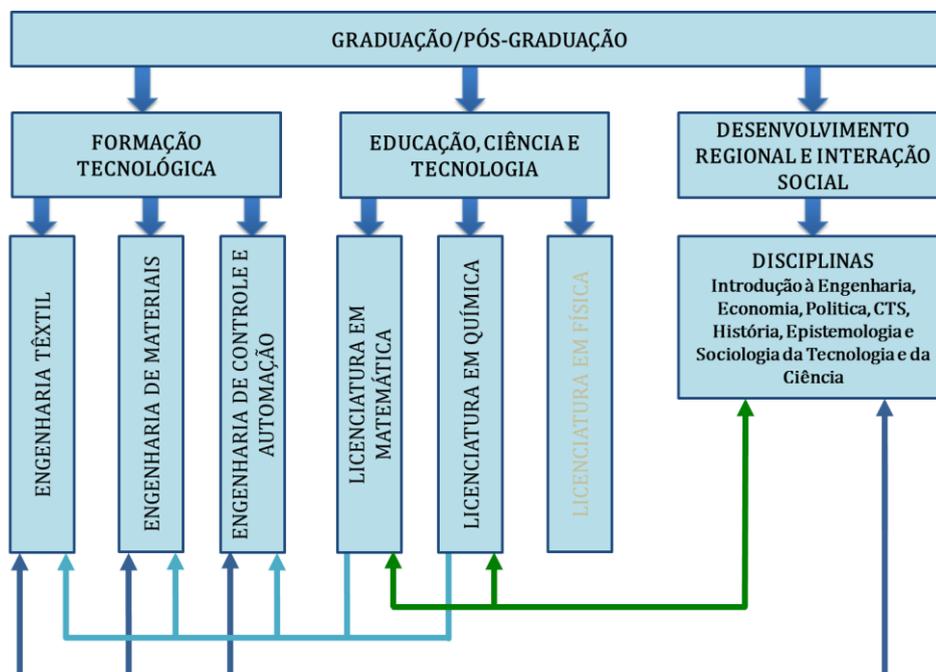
Articuladas com essas três engenharias estão as licenciaturas em Matemática e Química. Entretanto, fica evidenciada a importância de se implementar, no médio prazo, uma licenciatura em Física e, também, em Biologia.

Para dar conta das demandas pelo desenvolvimento de políticas voltadas para a inclusão social, os currículos dos cinco cursos foram pensados desde numa perspectiva que formalmente incluísse temas das ciências humanas e sociais previstos nas DCNs. Dessa forma, o sentido de inclusão social apresentado nos objetivos, remete à inclusão do campo dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia na formação dos engenheiros e dos licenciados. A concretização dessa articulação foi favorecida pela introdução de um eixo que trabalhasse as questões relativas ao desenvolvimento regional e interação social como componente fundamental para esses cursos.

5.2 Estrutura do Campus

Dos elementos anteriormente apresentados, emergiu a concepção de estrutura para o novo Campus UFSC. Como mostrado na figura 1, o campus se estrutura em Três Eixos Principais (Formação Tecnológica; Educação, Ciência e Tecnologia; Desenvolvimento Regional e Interação Social) que deverão trabalhar de forma articulada, objetivando formar profissionais com perfil adequado para o atendimento das demandas sociotécnicas da mesorregião do Vale do Itajaí, como apresentado anteriormente. Graduação e Pós-Graduação são, nessa estrutura, elementos indissociáveis. A pós-graduação é, ademais, um elemento de fixação dos professores e de ampliação e aprimoramento contínuo do campus.

Figura 1: Estrutura proposta para o Campus UFSC-Blumenau. Fonte: LINSINGEN, 2013



Embora sem cursos definidos para a fase inicial, o eixo de Desenvolvimento Regional e Interação Social deve resolver em parte a questão das interfaces entre os 5 cursos, propor e organizar as atividades de interação social, incentivar as relações de cooperação entre os



grupos sociais, setores econômicos/produtivos e a comunidade em geral e planejar estratégias de interação a partir de ideias de ação colaborativa e diálogo de saberes. Para atendimento das demandas dos cursos, é prevista a contratação de professores das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (Filosofia e Sociologia da Ciência e da Tecnologia, Estudos Sociais sobre a Ciência e a Tecnologia (CTS), Política, Antropologia e História das Tecnologias e das Ciências). Desempenharão papéis dentro e fora dos cursos para pensar essas relações com diferentes grupos sociais relevantes e pensar programas de pós-graduação voltados aos 3 eixos. Deverão atuar também com disciplinas de Introdução à Engenharia, CTS, Economia, Política, História, Epistemologia e Sociologia das Tecnologias e das Ciências.

6. ASPECTOS FUNDAMENTAIS DA PROPOSTA DE ESTRUTURA DO CAMPUS. CONCLUSÕES.

A formação de engenheiros vem sendo bastante incentivada nas políticas públicas de educação. O aumento de vagas em cursos de engenharia bem como o aumento no número de engenheiros formados tem sido entendido como condição necessária para o crescimento econômico brasileiro. De acordo com levantamentos da Confederação Nacional da Indústria, CNI, para dar conta da demanda por esses profissionais, seria necessário formar 60 mil engenheiros por ano no Brasil. Entretanto, apenas 32 mil obtêm este diploma a cada ano. Esta crescente demanda por engenheiros é atribuída à retomada do crescimento econômico, à necessidade brasileira de ampliação da infraestrutura e às novas perspectivas econômicas, como por exemplo os novos desenvolvimentos na exploração de petróleo.

Porém, levando-se em conta as transformações sociais e políticas que tem provocado na sociedade brasileira o interesse expresso de reduzir injustiças sociais e orientar ações no sentido de ampliar a inclusão social², a formação de engenheiros deverá incluir, necessariamente, aspectos até agora pouco explorados nessa formação. Pouco se discute, nesse contexto, que engenheiro é preciso formar, para quê e para quem. Admitindo que esse direcionamento provoca uma ampliação na demanda por engenheiros, essa necessidade numérica apresentada pela CNI estaria subdimensionada.

Para esse mesmo contexto de necessidades sociais e políticas, a formação de professores de ciências e matemáticas, que é também foco desse novo Campus, deverá se pautar pelos mesmos princípios orientadores.

A formação de engenheiros está historicamente vinculada ao modelo linear de desenvolvimento, para o qual mais investimento em ciência produziria mais desenvolvimento tecnológico, que alavancaria o crescimento econômico e, por consequência, produziria mais desenvolvimento social. Nesse sentido, a formação de engenheiros deveria ser orientada ao atendimento daquelas demandas técnico-econômicas e, para tal, essa formação deveria atender prioritariamente, senão exclusivamente, para a máxima eficiência técnico-científica, pois esta seria suficiente para o melhor atendimento daquelas demandas e, por consequência, estratégico para a redução das desigualdades sociais.

Entretanto, faz mais de vinte anos que os Estudos Sociais e Políticos da Ciência e da Tecnologia (ECTS) têm mostrado enfaticamente a ineficácia explicativa e operacional do modelo linear para o desenvolvimento das sociedades, indicando por consequência as

² Como o termo “inclusão social” é polissêmico, refiro-me aqui à inclusão nos termos que são adotados pela Tecnologia Social (DAGNINO, 2010) e em conformidade com as perspectivas dos estudos pós-coloniais (SANTOS & MENESES, 2010)



deficiências da formação de engenheiros para o atendimento das demandas sociotécnicas e, também, da formação de professores de ciências.

Nesse sentido, tão importante quanto o atendimento daquelas demandas técnico-econômicas, está a atuação de engenheiros para o atendimento das demandas sócio-tecnológicas, considerando que a tecnologia é uma dimensão fundamental para a compreensão das dinâmicas de inclusão e exclusão social (THOMAS, 2011).

Considerando que as sociedades são tecnologicamente construídas, ao mesmo tempo em que as tecnologias são socialmente configuradas, a relação problema/solução passa necessariamente por compreender que os problemas, assim como as soluções são construídos socialmente a partir da interação com os diferentes grupos sociais. É da compreensão de que todos os indivíduos possuem conhecimentos que emerge a necessidade de formar engenheiros com a capacidade de trabalhar com os sentidos da alteridade na identificação e solução de problemas sociotécnicos. Nesse sentido, diálogo de saberes e cooperatividade são elementos-chave na formação de engenheiros. Também o são as concepções de adequação sociotécnica e arranjo sociotécnico (DAGNINO, 2010; THOMAS, 2011).

O mesmo serve à formação de professores, que convém ser estruturada nesse contexto de relações ciência-tecnologia-sociedade em articulação com os Estudos CTS (ECTS). Desse modo, os distintos aspectos dessas construções históricas podem ser desnaturalizados e problematizados, para construir novos sentidos sobre essas relações e suas repercussões na educação, em geral, e na educação científica e tecnológica, em particular.

Existem múltiplas estratégias possíveis que vinculam produção de conhecimento, inovação e desenvolvimento social. Enquanto algumas passam pelas relações universidade-empresa, outras passam pela relação problema-solução de necessidades sociais, questões ambientais, acesso aberto ao conhecimento. Os estudos sobre sistemas de inovação mostram, sem exceções, que as empresas capitalistas “flutuam” em oceanos amigáveis de processos sociais de aprendizagem, relações usuário/produtor, dinâmicas locais de inovação e produção, sistemas educativos e satisfação e criação de necessidades locais. Sem sociedades locais não há inovação. Sem processos sociais de aprendizagem não há empresas inovadoras. Por outro lado, empresas “flutuam” em oceanos de espaço público. Se esse espaço público não se co-constrói com a evolução dessas firmas, a inovação empresarial resulta, mais uma vez, inviável.

Grande parte do que ocorre em uma empresa capitalista guarda relação direta com o seu entorno. Porém, grande parte do que ocorre nesse entorno é muito mais que microeconomia de mercado. Basta pensar na estrutura de serviços públicos (eletricidade, água, combustível, comunicações, transportes, saúde, segurança, administração pública) para ter realçada a importância do espaço público para a compreensão das dinâmicas de desenvolvimento. Claro que para isso é necessário revisar as próprias noções de “desenvolvimento”, observando que, no melhor dos casos, as relações tecno-produtivas empresariais são apenas um aspecto da construção de uma dinâmica social. E parte do problema é que a “miopia neoclássica”, que prioriza as relações empresariais sobre o resto das relações econômicas e sociais tende a desatender os processos de constituição e evolução desse espaço público, e das relações sociotécnicas que esta implica. Neste plano, a geração de Tecnologias Sociais constitui uma questão chave a explorar e aprofundar, como tratado por Thomas (2011).

Em suma, não se trata de fazer mais do mesmo, mas de ampliar as possibilidades tecnológicas num universo de diversidade sociotécnica.



Em consonância com a orientação teórica apresentada anteriormente, é importante considerar que não se trata apenas de incluir disciplinas de CTS e das humanidades na matriz disciplinar das engenharias.

A proposta, ao estabelecer uma articulação formal e efetiva entre os eixos de Formação Tecnológica e de Desenvolvimento Regional e Interação Social, promove alterações substantivas no modo de estruturar as disciplinas técnicas, notadamente as de Introdução à Engenharia, que entendo serem de fundamental importância para os objetivos de formação aqui propostos, do mesmo modo que cria as condições para uma definição colegiada interdisciplinar dos estágios curriculares, trabalhos de conclusão de curso e demais atividades extra-curriculares, que repercutirão na formação mais ampla do engenheiro e na percepção ampliada de seu campo de atuação. Nesse sentido, a definição das atividades, assim como dos locais onde serão desenvolvidas, passa a ser tarefa do coletivo de atores do centro de ensino, nesse caso, de comissão interdisciplinar composta por professores dos eixos estruturantes.

Essas possibilidades de interação interdisciplinar estão incluídas nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs). Para citar um exemplo³, para o Curso de Engenharia Têxtil, são obrigatórias as disciplinas de Ciência-Tecnologia-Sociedade; Tecnologia, Inovação, Desenvolvimento e Sociedade; e as optativas propostas são: Teoria do conhecimento para engenharia; Tecnologias para o desenvolvimento inclusivo: desenvolvimento de tecnologias para a resolução de problemas sociais e ambientais. Políticas públicas, estratégias institucionais, desenho de artefatos e sistemas; Sociedade, Tecnologia e História, num total de 252 horas/aula distribuídas ao longo do curso.

Ainda como exemplo dessa interação, no Projeto Pedagógico deste Curso estão previstas as Práticas Curriculares de Inovação e Desenvolvimento Regional e Interação Social (PIDRIS), que visam promover uma maior aproximação dos alunos com os interesses de amplos segmentos sociais (ongs, cooperativas, nichos familiares, prefeituras, microempresas, médias e grandes empresas). A carga horária destinada a essas atividades é de 90 horas-aula ao longo do curso que são realizadas no âmbito de disciplinas obrigatórias tais como: Ciência dos Materiais Têxteis, Engenharia dos Polímeros e das Fibras II, Gestão Ambiental em Organizações, Engenharia do Vestuário I e Laboratório de Criação de Coleções I.

Para efetivar essa concepção em uma proposta pedagógica de práticas e currículo definem-se, em torno do Eixo de Desenvolvimento Regional e Interação Social, as linhas de formação para a Inovação e Interação Sociotécnica. Para essas duas linhas, admite-se grande interconexão entre conteúdos ditos técnicos e a capacidade de propor “soluções que impactem na cadeia produtiva ou na rede social”, de modo que as disciplinas com horas destinadas às PIDRIS são essenciais para desenvolver no futuro engenheiro a capacidade de “traduzir as demandas sociais, ambientais e econômicas em critérios técnicos” e “propor soluções inovadoras e sustentáveis”, planejando ações e métodos para sua execução⁴.

Na perspectiva da interação sociotécnica, busca-se “desenvolver um olhar voltado para todas as realidades sociais, econômicas e culturais da região. Nesta linha, as disciplinas com PIDRIS podem ser desenvolvidas em conjunto com os demais cursos de engenharia e de licenciatura, de modo a estimular uma visão plural. Além das disciplinas específicas desta linha, devem-se ser trabalhadas atividades acadêmico-científico-culturais de imersão social. Nestas atividades, os alunos poderão, sob supervisão de professores do Curso, realizar, em

³ Extratos do Projeto Pedagógico oficial do Curso de Engenharia Têxtil do Campus UFSC-Blumenau (julho de 2013).

⁴ A polissemia presente nesses destaques deve ser discutida nos programas de formação dos professores.



grupo, uma imersão em uma comunidade ou região, seja como observador, como participante de pesquisa-ação, pesquisando temas geradores que servirão” para a construção coletiva de problemas e busca de soluções “visando promover a maior participação social nas tomadas de decisão e na solução de problemas locais”.

Para o Trabalho de Conclusão de Curso, que possui carga horária de 60 horas (72 horas-aula), considerando o seu caráter formativo amplo, os “temas deverão ser definidos em articulação como eixo de Desenvolvimento Regional e Interação Social”, em conformidade com a estrutura proposta para o Campus UFSC-Blumenau apresentada anteriormente. Para tal, “as atividades serão reguladas por documento específico produzido por Comissão Interdisciplinar designada para este fim, composta por professores dos três eixos estruturantes do Campus UFSC-Blumenau e pelo diretor acadêmico do Campus”.

O Estágio Curricular Obrigatório, com 600 horas (720 horas-aula), indispensável para a integralização curricular e o Estágio Curricular não Obrigatório, são atividades acadêmicas entendidas como ato educativo escolar supervisionado, sendo desenvolvidas em ambiente de trabalho, que visam à preparação do educando para o trabalho produtivo, sob “orientação de um professor do Curso e acompanhamento, quando couber, de um representante da comunidade (organização/empresa/instituição) à qual a atividade estará vinculada. As atividades são reguladas por documento específico produzido por comissão interdisciplinar designada para este fim, composta por professores dos três eixos propostos para a Estrutura do Campus UFSC-Blumenau e pelo diretor acadêmico do Campus”.

As atividades acadêmico-científico-culturais, com carga horária mínima de 180 horas-aula, são componentes obrigatórios constantes da estrutura curricular dos cursos, tendo por finalidade proporcionar uma “complementação de conteúdos ministrados e/ou atualização permanente dos alunos acerca de temas emergentes relacionados à sua formação”. Tais atividades visam “estimular o acadêmico a participar de atividades independentes, transversais, opcionais, de interdisciplinaridade, realizadas tanto no âmbito educacional quanto fora dele, de forma que possam contribuir para o aprimoramento pessoal e profissional do mesmo. Constituem-se, portanto, em componentes curriculares enriquecedores e implementadores do próprio perfil do formando”.

Para finalizar, articulada com essas ações e, para que elas possam ser potencialmente transformadoras, é proposta paralelamente uma adequada formação em serviço de professores, que começa por um programa de formação institucional para o período do estágio probatório de três anos (PROFOR) e que, coerente com a natureza das transformações contínuas dos conhecimentos e da sociedade, deve seguir ao longo da vida acadêmica, envolvendo, entre outros, os vários aspectos da natureza sociocultural do conhecimento científico e tecnológico, da atividade didático-pedagógica, da natureza, estrutura e finalidades da universidade num país com especificidades socioculturais e socioeconômicas como o Brasil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSIANI, S.; LINSINGEN, I. Formação inicial de professores de Ciências: perspectiva discursiva na educação CTS. Educar em Revista, Editora da UFPR, Curitiba, Paraná, 2009.

CASTRO-GÓMEZ, S.; GROSFUGUEL, R. (Editores). El giro decolonial. Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global. Bogotá: Siglo del Hombre



Editores; Universidad Central; Instituto de Estudios Sociales Contemporáneos y Pontificia Universidad Javeriana, Instituto Pensar, 2007.

DAGNINO, R. P. (Org.). *Tecnologia Social: ferramenta para construir outra sociedade*. 2. ed. rev. e ampl., Campinas, SP: Komedi, 2010.

ECHEVERRÍA, J. *Tecnociencia y sistemas de valores*. In: CEREZO, J. A. L.; RON, J. M. S. *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI, 2001.

GONZÁLEZ GARCÍA, M; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.

IBARRA, A.; CEREZO, J. A. L. *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI, 2001.

LINSINGEN, I. *Proposta para Implantação do Campus UFSC na região do Médio Vale do Itajaí*. Documento Interno - UFSC, 2013.

_____. *Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina*. *Ciência & Ensino (UNICAMP)*, v. 1, p. 01-16, 2007.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. *Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências*. *Convergência: Revista de Ciências Sociais*, año 13, n. 42, set./dez. 2006. México: UAEM. Disponível em: <<http://www.uaemex.mx/webvirtual/wwwconver/htdocs/home.html>>

SANTOS, L.; ARUTO, P. C. *Boletim Regional do Mercado de Trabalho Mesorregião Vale do Itajaí, Série 2013, Nº 1*.

SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (Orgs). *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

THOMAS, H. *Sistemas Tecnológicos Sociales y Ciudadanía Socio-Técnica*. *Innovación, Desarrollo, Democracia*. INTA- Córdoba, Junio 2011.

VESSURI, H. *De la transferencia a la creatividad. Los papeles culturales de la ciencia en los países subdesarrollados*. In: IBARRA, A.; CEREZO, J. A. L. *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva/OEI, 2001.

STS CURRICULUM FOR THE TEACHING OF ENGINEERING: A PROPOSAL TO UNIVERSITARY EDUCATION

Abstract: *The engineering education guided only by technical competence is problematized and educational transformation opportunities afforded by the sociocultural, socio-technical and environmental dimensions of knowledge are treated on the basis of STS studies, postcolonial studies and critical education. A proposed academic structure for a new campus of the Federal University of Santa Catarina, articulated on three axes that favor interactions between technical disciplines and the humanities throughout the training in specific disciplines and other curricular activities is presented, seeking to reduce abyssal separation between technical and socio-cultural in engineering.*

Key-words: *Technological education. STS education. Curriculum. Sociotechnical citizenship. STS studies.*